

**DISEÑO DE ESTRATEGIAS PARA LA PLANEACIÓN, EJECUCIÓN Y EL
CONTROL INTERNO DE OBRAS CIVILES EN LA EMPRESA AGUAS
REGIONAL DE MACONDO S.A. E.S.P.**



ADALBERTO JESÚS DEL TORO LLANOS



**UNIVERSIDAD DE LA COSTA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
BARRANQUILLA
2012**

**DISEÑO DE ESTRATEGIAS PARA LA PLANEACIÓN, EJECUCIÓN Y EL
CONTROL INTERNO DE OBRAS CIVILES EN LA EMPRESA AGUAS
REGIONAL DE MACONDO S.A. E.S.P.**

ADALBERTO JESÚS DEL TORO LLANOS

Trabajo de tesis para optar el título de Ingeniero Civil

**Asesor
Jorge Buzón Ojeda
Ing. Civil Especialista en Estructuras**

**UNIVERSIDAD DE LA COSTA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
BARRANQUILLA
2012**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del Presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Barranquilla, Agosto de 2012

ANEXO 1
CARTA DE ENTREGA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS Y TRABAJOS DE GRADO

Barranquilla, Agosto 27 de 2012

Marque con una X

Tesis ☐ Trabajo de Grado ☐

Yo _____, identificado con C.C. No. _____, actuando en nombre propio y como autor de la tesis y/o trabajo de grado titulado _____

_____ presentado y aprobado en el año _____ como requisito para optar al título de _____;

hago entrega del ejemplar respectivo y de sus anexos de ser el caso, en formato digital o electrónico (DVD) y autorizo a la UNIVERSIDAD DE LA COSTA, CUC, para que en los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia, utilice y use en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación pública, transformación y distribución (alquiler, préstamo público e importación) que me corresponden como creador de la obra objeto del presente documento.

Y autorizo a la Unidad de información, para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad de la Costa, CUC, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en la página Web de la Facultad, de la Unidad de información, en el repositorio institucional y en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la institución y Permita la consulta, la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato DVD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

El AUTOR - ESTUDIANTES, manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y la realizó sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es de su exclusiva autoría y detenta la titularidad ante la misma. PARÁGRAFO: En caso de presentarse cualquier reclamación o acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión, EL ESTUDIANTE - AUTOR, asumirá toda la responsabilidad, y saldrá en defensa de los derechos aquí autorizados; para todos los efectos, la Universidad actúa como un tercero de buena fe.

Para constancia se firma el presente documento en dos (02) ejemplares del mismo valor y tenor, en Barranquilla D.E.I.P., a los _____ días del mes de _____ de Dos Mil _____ 200_____

EL AUTOR - ESTUDIANTE. _____

FIRMA

ANEXO 2

CESIÓN DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD DE LA COSTA

Yo, _____, manifiesto en este documento mi voluntad de ceder a la Universidad de la Costa los derechos patrimoniales, consagrados en el artículo 72 de la Ley 23 de 1982, del trabajo final de grado denominado

_____, producto de mi actividad académica para optar el título de _____ en la Universidad de la Costa, entidad académica sin ánimo de lucro, queda por lo tanto facultada para ejercer plenamente los derechos anteriormente cedidos en su actividad ordinaria de investigación, docencia y publicación. La cesión otorgada se ajusta a lo que establece la Ley 23 de 1982. Con todo, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada con arreglo al artículo 30 de la Ley 23 de 1982. En concordancia suscribo este documento en el momento mismo que hago entrega del trabajo final a la Biblioteca Central de la Corporación Universitaria de la Costa, CUC.

NOMBRE

CÉDULA

FIRMA

Barranquilla, D.E.I.P., a los _____ días del mes de _____ de 200_____.

"Los derechos de autor recaen sobre las obras científicas, literarias y artísticas en las cuales se comprenden las creaciones del espíritu en el campo científico, literario y artístico, cualquiera que sea el modo o forma de expresión y cualquiera que sea su destinación, tales como: los libros, folletos y otros escritos; las conferencias, alocuciones, sermones y otras obras de la misma naturaleza; las obras dramáticas o dramático-musicales; las obras coreográficas y las pantonimias; las composiciones musicales con letra o sin ella; las obras cinematográficas a las cuáles se asimilan las obras expresadas por procedimiento análogo a la cinematografía, inclusive los video gramas, las obras de dibujo, pintura, arquitectura, escultura, grabado, litografía; las obras fotográficas a las cuales se asimilan las expresas por procedimiento análogo o la fotografía; las obras de artes plásticas; las ilustraciones, mapas, planos, croquis y obras plásticas relativas a la geografía, a la topografía, a la arquitectura o a las ciencias, en fin, toda producción del dominio científico, literario o artístico que puedan producirse o definirse por cualquier forma de impresión o de reproducción, por fonografía o radiotelefonía o cualquier otro medio conocido o por conocer". (Artículo 2 de la Ley 23 de 1982).

“Este triunfo es dedicado a mi madre, quien guardo todas sus esperanzas en que algún día yo alcanzara esta meta.

A mi esposa y mi hija, quienes vivieron los sacrificios diarios, para que yo pudiera soñar y alcanzar mis ilusiones.

A Dios, que a pesar de hacer el camino más largo y escabroso de lo que yo pude haber esperado, siempre me dio los medios y abrió las puertas para que lograra superar todas las barreras.

Adalberto Jesús de Toro Llanos

TABLA DE CONTENIDO

	PAG.
INTRODUCCION	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
2. JUSTIFICACION	13
3. OBJETIVOS	14
3.1. OBJETIVO GENERAL	14
3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	14
4. ANTECEDENTES	15
4.1. LA CONSTRUCCION Y EL CONCEPTO DE ACTIVIDAD	15
4.1.1. La Conceptualización Tradicional De La Construcción	15
4.2. EL FLUJO EN LOS PROCESOS EN LA CONSTRUCCION	17
4.2.1. Mediciones Que Debemos Hacer	17
4.2.2. Problemas De Flujo Causados Por Conceptos Directivos Convencionales	20
4.3. PERDIDAS, CADENA DE VALOR Y LA LOGISTICA DESDE EL PUNTO DE VISTA DE SU DIRECCION EN LA CONSTRUCCION	22
4.3.1. Perdidas	22
4.3.2. Cadena De Valor	23
4.3.3. Logística	24
4.4. LOS PRINCIPIOS DE LEAN COSTRUCCION	26
4.4.1. Reducir Las Actividades Que No Agregan Valor	28
4.4.2. Incrementar El Valor Del Producto A Través De La Consideración Sistemática De Los Requerimientos Del Cliente	29
4.4.3. Reducir La Variabilidad	29
4.4.4. Reducir El Tiempo Del Ciclo	30
4.4.5. Simplificar Mediante Minimización De Los Pasos, Las Partes Y La Necesidad De Conciliar Información Y Uniones	31
4.4.6. Incrementar La Transparencia En Los Procesos	32
4.4.7. Enfocar El Control Del Proceso Al Proceso Completo	33
4.4.8. Introducir El Mejoramiento Continuo De Los Procesos	34
4.4.9. Referenciar Permanentemente Los Procesos	34
5. PLANEACION GENERAL DEL PROYECTO	36
5.1. INTRODUCCION	36
5.2. CONTRATO DE OPERACIÓN Y CONSTRUCCION	36
5.3. ORGANIZACIÓN GENERAL DEL CONTRATO	37
5.4. CONDICIONES INICIALES DE LAS OBRAS	38
5.4.1. Obras Del Municipio De Palto	38
5.4.2. Obras Del Municipio De Nueva Granada	38
5.4.3. Obras Del Municipio De Ariguani	39

	PAG.
5.4.4. Obras Del Municipio De Aracataca	40
5.4.5. Obras Del Municipio De Cerro De San Antonio	40
5.5. PLANEACION Y DESARROLLO DE LAS OBRAS POR PARTE DE AGUAS REGIONAL DE MACONDO S.A. E.S.P.	40
5.5.1. Planeación De Las Obras	40
5.5.2. Desarrollo De Las Obras	53
5.6. BALANCE GENERAL ACTUAL	78
5.7. SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LA EJECUCION	79
CONCLUSIONES	81
BIBLIOGRAFIA	85

TABLAS

	PAG.
Tabla 1: Índices de desempeño de resultados globales del proyecto	18
Tabla 2: Índices de desempeño de los procesos involucrados en un proyecto	19
Tabla 3: Índices de desempeño de acuerdo a variables presentes en un proyecto	19
Tabla 4: Balance general del contrato al inicio de las obras	38
Tabla 5: Balance general al inicio de las obras Municipio de Plato	39
Tabla 6: Balance general al inicio de las obras Municipio de Nueva Granada	39
Tabla 7: Balance general al inicio de las obras Municipio de Ariguani	39
Tabla 8: Balance general al inicio de las obras Municipio de Aracataca	40
Tabla 9: Balance general al inicio de las obras Municipio de Cerro de San Antonio	40
Tabla 10: Balance Actual de las obras: Bocatoma Municipio de Aracataca	54
Tabla 11: Balance Actual de las obras: Alcantarillado Municipio de Aracataca	57
Tabla 12: Balance Actual de las obras: Acueducto Municipio de Ariguani	57
Tabla 13: Balance Actual de las obras: Variaciones del presupuesto Conducciones Municipio de Ariguani Nueva Granada	58
Tabla 14: Balance Actual de las obras: Conducciones de Ariguani y Nueva Granada	59
Tabla 15: Balance Actual de las obras: Alcantarillado Municipio de Ariguani	61
Tabla 16: Balance Actual de las obras: Electromecánico Municipio de Ariguani	62
Tabla 17: Balance Actual de las obras: Acueducto Municipio de Nueva Granada	62

	PAG.
Tabla 18: Balance Actual de las obras: Alcantarillado Municipio de Nueva Granada	62
Tabla 19: Balance Actual de las obras: Electromecánico Municipio de Nueva Granada	63
Tabla 20: Balance Actual de las obras: Acueducto Municipio de Plato	65
Tabla 21: Balance Actual de las obras: Variaciones en el presupuesto Alcantarillado Municipio de Plato	71
Tabla 22: Balance Actual de las obras: Alcantarillado Municipio de Plato	73
Tabla 23: Balance Actual de las obras: Variaciones de presupuesto Electromecánico Municipio de Plato	74
Tabla 24: Balance Actual de las obras: Acueducto Municipio de Cerro San Antonio	75
Tabla 25: Balance Actual de las obras: Alcantarillado Municipio de Cerro San Antonio	76
Tabla 26: Balance General Actual de las obras	78

FIGURAS

	PAG.
Figura 1: Proceso clásico de conversión de una entrada en una salida	16
Figura 2: Funciones de la Logística	25
Figura 3: La producción como un flujo de procesos	27
Figura N° 4: Comparación entre las diferentes visiones de producción	28
Figura 5: Tiempos que forman parte del ciclo del proceso completo	30
Figura 6: Proceso de mejoramiento continuo en cualquier proceso productivo	35
Figura 7: Entes contractuales	37

IMAGENES

	PAG.
Imagen 1: Ejemplo de un programa computacional para evaluar en terreno restricciones de actividades e información acerca de los ciclos de trabajo, adaptable a sistema PALM y computador personal	31
Imagen 2: Programación inicial de obras ARM	41
Imagen 3: Programación inicial de obras ARM: Municipio de Plato	42
Imagen 4: Primera Reprogramación (Resumida) de obras ARM	44
Imagen 5: Primera Reprogramación (Detallada) de obras ARM: Municipio de Plato	47

	PAG.
Imagen 6: Segunda Reprogramación (Resumida) de obras ARM	48
Imagen 7: Segunda Reprogramación (Detallada) de obras ARM: Municipio de Plato	49
Imagen 8: Tercera Reprogramación (Resumida) de obras ARM	51
Imagen 9: Tercera Reprogramación (Detallada) de obras ARM: Municipio de Plato	52
Imagen 10: Estado actual de las obras: Alcantarillado Municipio de Aracataca	56
Imagen 11: Estado actual de las obras: Acueducto Municipio de Ariguani	57
Imagen 12: Estado actual de las obras: Conducciones Municipio de Ariguani y Nueva Granada	59
Imagen 13: Estado actual de las obras: Alcantarillado Municipio de Ariguani	61
Imagen 14: Estado actual de las obras: Alcantarillado Municipio de Nueva Granada	63
Imagen 15: Distribución de sectores: Alcantarillado Municipio de Plato	65
Imagen 16: Sectores en construcción sobre sectores de diseño: Alcantarillado Municipio de Plato	66
Imagen 17: Sector inicial a intervenir: Alcantarillado Municipio de Plato	68
Imagen 18: Sector a intervenir después de recortes: Alcantarillado Municipio de Plato	69
Imagen 19: Estado actual de las obras: Acueducto Municipio de Cerro San Antonio	74

FOTOS

	PAG.
Foto 1: Proceso de construcción visible para todos los involucrados en él.	32
Foto 2: Ejemplo de transparencia. Tal como se informa la cantidad de accidentes ocurridos en la mayoría de las obras de construcción, una buena medida que aumenta la transparencia, es comunicar el estado de la planificación de la obra	33
Foto 3: Bocatoma Municipio Aracataca	54
Foto 4: Bocatoma Municipio Aracataca	54
Foto 5: Excavaciones Municipio de Ariguani	59
Foto 6: Redes de Acueducto Municipio Plato	64
Foto 7: Nivel freático excavaciones Municipio Plato	67
Foto 8: Nivel freático excavaciones Municipio Cerro San Antonio	76
Foto 9: Vías angostas para excavaciones a 5m de profundidad Municipio Cerro San Antonio	77
Foto 10: Excavaciones inestables Municipio Cerro San Antonio	78

INTRODUCCION

La construcción fue considerada por mucho tiempo como una actividad artesanal, donde el constructor era el proyectista, el que escogía los tipos de materiales, el que los recibía en la obra y el que decidía como se iba a construir. Pero con el crecimiento de la construcción y con la creación de nuevos materiales y equipamientos, esas funciones se han ido dividiendo entre un número mayor de personas.

A diferencia de otras industrias, que si precisan de una dirección clara de cómo fabricar los productos, la construcción civil ha sido una actividad que fabrica su producto (Obras Civiles) sin una definición clara de cómo producirlo y consecuencia de esto, es que se ha generado desperdicios en obra, gastos en re-procesos, calidad deficiente y una pobre productividad.

La empresa Aguas Regional De Macondo S.A.E.S.P. no ha sido ajena a esta situación que actualmente se ve reflejada en el desarrollo de las obras que ejecuta bajo el contrato de operación y obras de ampliación de los acueductos y alcantarillados de varios municipios del departamento del Magdalena.

Debido a la manera tradicional de proyectar una obra en que una etapa del proceso continúa al término de otra y así sucesivamente originando una secuenciación de actividades y una falta de integración y retroalimentación de dicho proceso. Esta mera forma de proyectar, se debe a la falta de comunicación y coordinación de las actividades.

Estas razones la empresa Aguas Regional de Macondo S.A. E.S.P. pidió apoyo al grupo de investigación de Suelos y estructuras, de la Universidad de la Costa, para que la apoyara en buscar una mejor integración entre las diferentes etapas concepción – proyecto y ejecución de obras, para la empresa Aguas Regional de Macondo S.A. E.S.P., con la finalidad de aumentar la productividad de las obras y hallar las mejores secuencias constructivas.

Para ello se debe basar en la traducción de las especificaciones técnicas del producto en procedimientos y secuencias de producción, minimizando la ejecución inadecuada o incompleta de esas especificaciones. Los proyectos de producción, cuyo objetivo principal es el de integrar el proyecto y la obra, presenta soluciones adecuadas para mejorar los procesos de ejecución de una determinada actividad constructiva.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad en el Departamento de Magdalena, se vienen desarrollando obras de infraestructura de acueducto y alcantarillado, dentro del marco del Plan Departamental De Agua potable (PDA).

Las mismas consisten en la ampliación de cobertura y mejoramiento de indicadores tales como, presión de servicio, continuidad, calidad del agua, entre otros, tanto para acueducto y alcantarillado. Estas obras se pueden dar de dos formas; por licitaciones que apuntan solo a la ejecución de las mismas, o por concesiones que buscan involucrar a un operador especializado de acueducto y alcantarillado el cual luego de la ejecución de Un Plan de obras e inversiones (POI), financiando por Aguas Del Magdalena (Gestor del Plan Departamental De Aguas), operara el servicio por un periodo de tiempo, con la condición de cumplir al final de la concesión con todas las metas planteadas.

AGUAS REGIONAL DE MACONDO S.A. E.S.P. es un operador especializado de acueducto y alcantarillado vinculado al PDA del departamento del Magdalena, El cual Opera el servicio para los municipios de Plato, Nueva Granada, Ariguani, Aracataca y Cerro de San Antonio.

Actualmente en las obras que AGUAS REGIONAL DE MACONDO S.A. E.S.P. desarrolla para el plan departamental de aguas se presentan diferentes tipos de inconvenientes en lo que a programación y control interno de la obra civil se refiere, entre los cuales se pueden mencionar inconsistencias en los diseños, inconsistencias en las especificaciones y planos, mala planeación en la consecución de pólizas, licencias y permisos, condiciones no esperadas o especiales de las zonas a intervenir, ejecución indirecta de las obras, problemas logísticos en la ejecución de la obra (equipos y materiales).

Estos inconvenientes se generaron por la falta de unas estrategias claramente definidas que busquen el adecuado desarrollo de las referidas obras desde su etapa de planeación hasta su etapa de ejecución y que a su vez permitan realizar un control eficaz para tomar los correctivos pertinentes antes de que incurrir en retrasos, sobrecostos y todas las repercusiones que estos acarrearían a la empresa tales como procesos investigativos, sanciones y multas de los entes de control de la obra (procuraduría, contraloría, planeación nacional, ministerio del medio ambiente, entre otros).

2. JUSTIFICACIÓN

La planeación es una de las etapas fundamentales en cualquier tipo de proyecto y los proyectos de obras civiles no son la excepción, en esta etapa se deben determinar los requerimientos de recursos humanos, técnicos y financieros, también se deben tener en cuenta los aspectos de tipo logístico que permitirán el correcto desarrollo de las obras, de otra parte los requisitos legales también deben entrar en dicha planeación puesto que estos pueden modificar las condiciones en las cuales se ejecuten las obras.

Por tal razón se pretende elaborar una serie de estrategias y métodos, para que AGUAS REGIONAL DE MACONDO S.A. E.S.P, logre una mejor ejecución de sus obras, buscando reducir, los tiempos muertos debidos a problemas de planeación, contratación, suministros, etc.

Después de realizada la planificación de la obra, esta arrojará como resultado una programación en la cual se determinará qué actividades se ejecutaran, en qué momento, quienes la ejecutaran, con qué recursos y bajo qué condiciones. Lastimosamente en el diario vivir de la ingeniería de nuestra región es de notar que la programación de las obras se retrasa o no se ejecuta como fue planificada en gran medida por fallos en la planificación inicial o también por falta de control en la ejecución .

Los resultados obtenidos, serán aplicados por el Director de obra, y el Ingeniero a cargo de la programación. Estos son quienes deben tener en cuenta los resultados del análisis, y con las estrategias y los nuevos métodos de control obtenidos, inicialmente deberían reprogramar la ejecución en aras de corregir los tiempos muertos que se hayan tenido por fallas logísticas y falta de planeación. Una vez reprogramado se deberán seguir todos los lineamientos planteados, por parte del Ingeniero residente y los inspectores, los cuales son quienes finalmente realizan el control de la obra en campo.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Establecer los parámetros que debe implementar AGUAS REGIONAL DE MACONDO S.A. E.S.P para la correcta planeación, ejecución y control de sus obras civiles, en el proyecto de contratación de la operación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y las actividades complementarias en los municipios de Ariguani, Aracataca, Cerro De San Antonio, Nueva Granada y Plato y la ejecución de los mismos.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Constituir los pasos para mejorar la planificación de las obras que se vienen ejecutando por parte de ARM.
- Crear los parámetros de control para evaluar si la planificación prevista se da en la ejecución de las obras.
- Instituir una nueva mentalidad a la forma en que se ve en la actualidad la industria de la construcción por parte de los directivos de ARM.

4. ANTECEDENTES

4.1. LA CONSTRUCCIÓN Y EL CONCEPTO DE ACTIVIDAD

En parte de este capítulo se analizará si el grado de problemas que existen en la visión convencional de la producción en las fábricas tradicionales, se presentan de la misma manera en el campo de la construcción. Analizaremos primeramente los conceptos básicos de la producción en el campo de la construcción, para después enfocarnos a los problemas tradicionales causados por estos conceptos convencionales que forman parte de la “física” de la Construcción.

4.1.1. La Conceptualización Tradicional De La Construcción:

Recientes estudios han demostrado que la planificación representa aproximadamente sólo un 10% del costo total de un proyecto, sin embargo, regula la ejecución global de éste. Por lo tanto una mala planificación representa la causa principal de los problemas en la construcción, como la no disponibilidad o inadecuada disponibilidad de recursos y, por el contrario, una buena planificación es la clave para lograr una buena eficiencia y efectividad.

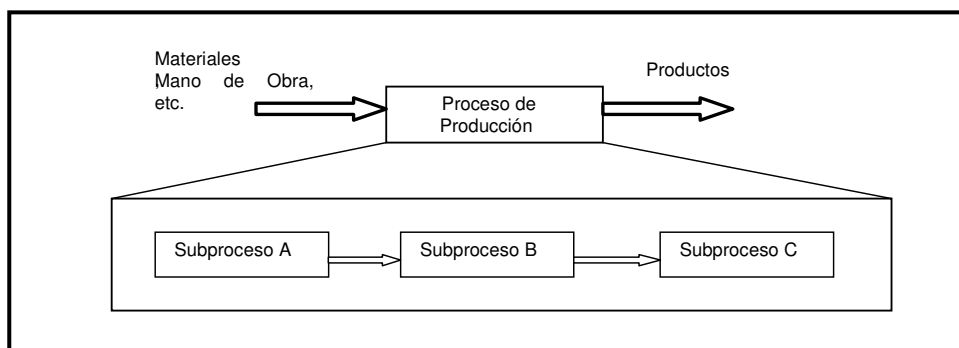
Sin embargo, en general la planificación ha sido resumida a la creación de presupuestos, programas y otros documentos referentes a las etapas a ser ejecutadas durante un proyecto. Diversos autores apuntan a que la ineficiencia de la planificación, radica básicamente en los siguientes puntos:

- La planificación de producción normalmente está basada solamente en la experiencia de los administradores.
- El control está basado en general, en el intercambio de informaciones verbales entre el ingeniero con el jefe de obras, cubriendo solamente un corto plazo de ejecución sin ninguna relación con los plazos más largos cubiertos en los planes de ejecución de obras, dando como resultado, la ineficiencia en la utilización de los recursos.
- La planificación en otras áreas de la industria, se concentra en las unidades de producción, sin embargo en la industria de la construcción, se orienta más bien al control de las actividades. Un control orientado solo en las actividades, mide únicamente el desempeño global y cumplimiento de los contratos, no preocupándose de las unidades productivas o cuadrillas.

- Olvidamos la incertidumbre inherente de los procesos productivos en los proyectos de construcción; esto se observa en planes de largo plazo muy detallados que llevan a realizar constantes cambios y actualizaciones no contempladas en los planes iniciales.
- En general, se aprecian fallas en la aplicación e implementación de software para planificación, adquiridos y utilizados sin antes haber identificado las necesidades reales de sus usuarios y directivos de la empresa. Sin esa identificación, estos programas computacionales generan una gran cantidad de datos apenas relevantes y/o innecesarios.

La industria de la construcción ha sido entendida tradicionalmente como un proceso de producción en que materias primas (entradas) son convertidas o transformadas en productos (salidas), respondiendo a un modelo de producción conocido como “Modelo de Conversión”, el cual se muestra en la Figura 1. Este modelo también considera subprocesos, denominados genéricamente, subprocesos de conversión.

Figura 1: Proceso clásico de conversión de una entrada en una salida



Este modelo posee los siguientes errores:

- No diferencia entre las actividades de conversión, tales como hormigonado, albañilería, etc. (actividades que agregan valor) y las actividades de flujo, tales como esperas, controles, movimientos, etc. (actividades que no agregan valor). Este modelo considera que todas las actividades agregan valor.
- Una de las premisas fundamentales del modelo, estima que el costo total del proceso puede reducirse minimizando los costos de cada subproceso, ignorando los efectos producidos por la interdependencia entre subprocesos. El modelo no considera la variabilidad de los resultados y los trabajos rehechos, pues se asume que el trabajo pasa linealmente y secuencialmente a través del sistema de producción.

- No existe preocupación por el impacto que produce en el producto final, la mala calidad de los recursos, la variabilidad y la incertidumbre.

4.2. EL FLUJO EN LOS PROCESOS EN LA CONSTRUCCIÓN

La construcción debe ser vista como un conjunto de procesos compuestos por una serie de flujos. Entonces, daremos una mirada inicial a los proyectos de construcción basados en flujos, enfocados en su valor y pérdidas asociadas.

El modelo de proceso de producción según los principios de Lean Construcción se basa en la consideración de los flujos de un proceso (actividades que no agregan valor), como las actividades de conversión (actividades que agregan valor) permitiendo enfatizar el análisis mediante la minimización y/o eliminación de las actividades de flujo, puesto que constituyen la mayor parte de los pasos en los procesos de producción en la construcción. El impacto sobre éstos tiene una influencia muy superior en el proceso de producción entero, en comparación a los procesos de conversión, que sólo representan entre un 3% a un 20% de los pasos que agregan valor.

4.2.1. Mediciones Que Debemos Hacer:

La medición de datos se requiere por dos motivos: para conducir el mejoramiento interno de la organización, y para comparar los datos obtenidos de los indicadores escogidos. Para las organizaciones directamente implicadas en la construcción el primer motivo es el principal, mientras que para el cliente final el segundo pasa a ser mucho más importante.

Los indicadores más importantes enfocados en los flujos, según la visión de *Lean Construcción*, deben ser:

- Pérdidas: Tales como la cantidad de defectos, adaptaciones, el número de errores de diseño u omisiones, la cantidad de órdenes de cambio, gastos en seguridad, el exceso de materiales y el porcentaje de tiempo que no agrega valor al ciclo total.
- Valor: El valor se define como el grado de satisfacción del cliente final, o sea que todos sus requerimientos sean cumplidos sin inconvenientes. El valor debe ser medido por un proceso de medición post venta o post construcción.
- Tiempo de Ciclos: Los tiempos del ciclo principal y de sus subprocesos son uno de los indicadores más poderosos.
- Variabilidad: La producción en la construcción variará con alguna desviación estándar, por ejemplo, debido a la variación en tamaño y peso de los

componentes instalados, facilidad de instalación, tolerancias de fabricación y elevación, etc. Esta desviación de lo planificado representa lo que se ha pasado a denominar "variabilidad". Ausencia de variabilidad significa producción confiable.

En la filosofía de Lean Construcción, como marco conceptual, clasificaremos los indicadores de desempeño en tres categorías: Por resultados, por procesos y por variables. Estos indicadores deben cumplir los siguientes requisitos:

- Especificidad: Deben estar relacionados con aspectos, etapas y resultados claves del proyecto o del proceso.
- Simplicidad: Deben ser de fácil aplicación, comprensión y medición.
- Bajo costo: El costo de la medición debe ser significativamente menor que el potencial ahorro.
- Representatividad: Debe dar información veraz y confiable del proceso evaluado.

Los índices de desempeños de mayor importancia, por categoría son:

Por resultados:

Tabla 1: Índices de desempeño de resultados globales del proyecto.

Resultados	Parámetros	Unidades
Costo	Desviación del Costo	Costo Real / Costo Presupuestado
Plazo	Desviación del Plazo	Plazo Real / Plazo Presupuestado
Mano de Obra	Eficiencia de la M.O	HH Real / HH Presupuestada
		Costo Real / Costo Presupuestado
Alcance de Obra	Cambio en alcance del Proyecto	Costo de órdenes de Cambio/ Costo Presupuestado
Calidad	No Conformidad	N° de no cumplimientos
		Costo del No cumplimiento / Costo total de la Obra
	Cuadrillas de Remate	Costo de M.O de cuadrilla / Costo M.O Total

Por procesos:

Tabla 2: Índices de desempeño de los procesos involucrados en un proyecto.

Procesos	Parámetros	Unidades
Construcción	Productividad Rendimiento	Real vs. Presupuestada
		HH / ton \$ / ton
		HH / m3 \$ / m3
		HH / ml \$ / ml
		Etc. Etc.
	Trabajo Rehecho	HH trabajo Rehecho / HH totales
	Pérdida de Materia	% de pérdidas de materiales con respecto al Total Completado
	Equipos	HM Reales / HM Presupuestadas
Abastecimiento	Atrasos	N° de pedidos atrasados / N° total de pedidos
		N° de actividades en espera / N° de actividades en el periodo
	Conformidad con especificaciones	N° de pedidos con errores / N° total de pedidos
Planificación	Efectividad de la Planificación	% de actividades Completadas = N° de actividades totalmente Completadas / N° de actividades planificadas
Gestión	Avance	HH vendidas / HH presupuestadas
Diseño/Ingeniería	Cambios de Diseño	N° de cambios / Total de Planos
	Errores/Omisiones	N° de errores / Total de Planos

POR VARIABLES:

Tabla 3: Índices de desempeño de acuerdo a variables presentes en un proyecto.

Variables	Parámetros	Unidades
Seguridad	Índice de Accidentabilidad	(N° de accidentes) x 100 / N° total de trabajadores
	Tasa de Riesgo	(N° Días perdidos) x 100 / Promedio anual de trabajadores

Existen varios problemas que se presentan en el desarrollo de las mediciones en la construcción:

- El carácter de único de cada proyecto, mientras más complejo es un proyecto más difícil es comparar los resultados con los obtenidos en otros proyectos (índices de productividad, rendimientos, etc.)
- La dificultad de tomar datos en terreno.
- La variación en las definiciones y los procedimientos de la toma de datos.
- La poca capacitación del personal de supervisión en terreno y de los obreros.

Uno de los indicadores que no podemos dejar de lado es el desempeño de la mejor empresa del mercado y sus promedios, además del promedio de la industria completa el cual puede ser algunas veces contra producido pues en un nivel de funcionamiento es interesante, pero tiende a producir la autocomplacencia en aquellas empresas que están sobre el promedio. Para aquellas empresas bajo la media, el primer objetivo implícitamente señalado debe ser alcanzar el promedio. Más adelante analizaremos en forma detallada la manera de encontrar el mejor desempeño de la industria y la forma de poder referenciarlo con nuestros resultados mediante un proceso de referenciación de empresas.

4.2.2. Problemas De Flujo Causados Por Conceptos Directivos Convencionales:

El *Lean Construcción* acepta los criterios de diseño del sistema de producción desarrollados como un estándar de perfección. ¿Pero cómo podemos aplicar el Sistema Toyota en la construcción? La industria de la construcción ha rechazado muchas ideas de la industria automotriz y manufacturera debido a la creencia que la construcción es diferente. En un sentido logístico, en la industria de la construcción existe una fuerte interdependencia entre proveedor-constructor-cliente, incluidos los clientes internos, tal como en la industria manufacturera. En este contexto la construcción debe ser gerenciada de la misma manera.

Las pérdidas en la construcción y la fabricación provienen del mismo pensamiento centrado en la visión de conversión: *“Mantener la presión intensa sobre la producción y sobre cada actividad porque la reducción del costo y la duración de cada paso es la llave del mejoramiento”*.

Esta presión se mantiene mediante un riguroso control, que de entregar malos resultados, los esfuerzos apuntan a reducir el costo y la duración de la tarea que le sigue o cambios en la secuencia de trabajo. Si estos esfuerzos no solucionan el problema, se recurre a negociar el costo del programa si es posible. Dicha focalización en las actividades oculta las pérdidas generadas por la incertidumbre

de la finalización de alguna actividad necesaria para continuar con nuestra secuencia lógica planificada o la llegada de recursos necesarios.

Manejar la interacción entre actividades, los efectos combinados de dependencia y la variabilidad, son esenciales si debemos terminar proyectos en un corto tiempo. La reducción al mínimo de los efectos combinados de dependencia y variación se hace una cuestión central para la planificación y el sistema de control para lograr la reducción de la duración de cualquier proyecto de gran complejidad. La necesidad de mejorar la fiabilidad en circunstancias complejas y rápidas es obvia pues la complejidad es directamente proporcional al número de actividades que pueden interactuar. Requerimos entonces mejorar nuestras formas de planificación y control.

El primer objetivo del *Lean Construcción* es entender "la física" de producción en la Construcción, los efectos de dependencia y la variabilidad a lo largo de las cadenas de actividades y el suministro de éstas.

La física de la construcción no se refiere al concepto típico usado en la educación de la construcción, asociado al comportamiento de los materiales. Se refiere a la ciencia que describe los movimientos de las unidades de producción a través del proceso de construcción de la obra.

Las críticas de los conceptos directivos convencionales pueden ser estructurados en tres grupos: método secuencial de realización del proyecto, carencia de consideraciones de Calidad y Controles segmentados.

A continuación se explican cada uno de estos puntos brevemente:

- Método secuencial de realización de proyectos: durante la planificación, la totalidad de las tareas son ordenadas en forma secuencial, las cuales son asignadas a diferentes especialistas para su completa ejecución, no existiendo una visión global de la interacción entre ellas.
- Carencia de consideraciones de calidad: en el enfoque administrativo tradicional, no se efectúa un esfuerzo especial por eliminar fallas, errores, omisiones, etc., ni para reducir su impacto; y se piensa que existe un nivel óptimo de calidad pues son eliminados en controles posteriores. Además nuevos sistemas de Gestión de Calidad son usados como herramientas de Marketing para la adjudicación de propuestas y no como un medio que apunta a aumentar la productividad mediante la eliminación del trabajo rehecho.
- Controles segmentados: en el enfoque tradicional, se controlan sólo las partes componentes de los procesos, en vez de inspeccionarlos en su totalidad. En la mayoría de la ocasiones la razón de esta situación recae sobre la estructura jerárquica de la organización

De los procesos de fabricación, nace la evidencia de los efectos contraproducentes de estos principios directivos. Además de estos conceptos genéricos, la mala utilización del CPM (el método de camino crítico) o los métodos de red son una cuarta fuente de problema específica en la construcción.

El problema de la Planificación tradicional es que, planificamos como si todas las actividades se fueran a cumplir, por lo que la Productividad colapsa en cadena, cuando alguna de las actividades claves no se cumplen. Los defectos de estos métodos han sido observados en algún u otro grado y han sido buscadas muchas alternativas. Sin embargo, careciendo de una teoría sólida, dichos esfuerzos han permanecido insuficientes o simplemente han quedado en nada.

Presentamos a continuación los principios de Lean Construcción como una solución a los problemas antes mencionados.

4.3. PÉRDIDAS, CADENA DE VALOR Y LOGÍSTICA DESDE EL PUNTO DE VISTA DE SU DIRECCIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN.

Como fuente principal de mejoramiento de la producción en la construcción, Lean Construcción se centra en el mejoramiento de la logística de la producción, tanto de la cadena de los suministros como de la secuencia de actividades constructivas del proceso. En este sentido los conceptos de pérdidas, valor, logística y compromisos cobran una gran importancia para cualquier intento de mejoramiento del proceso, sin importar el sector productivo al cual la empresa pertenezca.

Los conceptos mencionados anteriormente, en el marco del estudio realizado por el autor, serán definidos a continuación:

4.3.1. Pérdidas:

La nueva filosofía de “Construcción sin pérdidas” acepta el concepto adoptado por Ohno como: “Todo lo que sea distinto de la cantidad mínima de equipos, materiales, piezas, y tiempo laboral absolutamente esenciales para la producción”.

Para eliminar pérdidas en la construcción, primero debemos saber las fuentes de ellas. Si buscamos clasificaciones de pérdidas podremos encontrar diferentes tipos de clasificaciones como la de Shingo en su estudio del Sistema Toyota, y Plosslen en su análisis de la dirección de producción enfocado a la manufactura, pero la visión más reciente y adecuada al campo de la construcción es entregada por Borchherding en 1986 quien propone un modelo cualitativo para identificar las causas de reducción de productividad en la construcción. Postula que la pérdida

de productividad, en construcciones grandes y complejas, se explica con el uso de cinco grandes categorías de tiempo improductivo:

- Pérdidas por esperas (inactividad)
- Pérdidas por traslados
- Pérdidas por trabajo lento
- Pérdidas por trabajo inefectivo
- Pérdidas por trabajo rehecho

A su vez pueden ser clasificadas de acuerdo a su fuente según al área a la que pertenecen:

- Administración: Requerimientos innecesarios, exceso o falta de control, mala planificación o excesiva burocracia.
- Uso de Recursos: Exceso o falta de cantidad, falta de cantidad, mal uso, mala distribución o disponibilidad.
- Sistemas de Información: No necesaria, defectuosa, atrasada o poco clara.
- El enfoque en la productividad de la “Construcción sin Pérdidas” propone nuevas herramientas de diagnóstico, medición y mejoramiento para este propósito. Encuestas de detección a los capataces, métodos de muestreo del trabajo, registros de materiales y otras herramientas han sido desarrolladas para permitir la toma de decisiones para el mejoramiento de la productividad en la construcción. El principal objetivo de estas herramientas es reducir las demoras, interrupciones y mejorar el almacenamiento de recursos, la coordinación y la planificación en la construcción.

El objetivo fundamental es eliminar “las restricciones de la organización” propias de la naturaleza de la producción en la construcción, por ejemplo: reducir el tiempo de transporte para la provisión de materiales o almacenaje de herramientas próximas al lugar de construcción, modificar la distribución de las instalaciones, proveer de grúas o elementos de transporte de materiales para las eliminaciones de los tiempos de transporte y traslado.

4.3.2. Cadena de Valor:

Definiremos en un principio las actividades que agregan y no agregan valor:

- Actividad que agregan valor: La Actividad que convierte un material y/o la información hacia los requerimientos del cliente. En suma, son las actividades que

el cliente reconoce en un estado de pagos del proyecto como ejecutadas. Por ejemplo, hormigonado de un elemento, albañilería de un muro, etc.

- La actividad que no agregan valor (pérdidas): aquellas que produciendo un costo, ya sea directo o indirecto, no agregan valor ni avance a un proyecto. Se define a la dirección de la cadena de valor a "la manera de controlar, manejar, y de dirigir una secuencia de actividades que una empresa realiza para crear productos (servicios) que aumenten beneficio, disminuyan tiempo y costo, y mejoren la calidad para la empresa y generan beneficio (valor) para el cliente. Donde el "valor" se define como "cantidad, que crece cuando la satisfacción de cliente aumenta o los costos asociados disminuyen de un determinado producto. Usar el término de dirección de la cadena de valor, implica que el valor tiene que ser agregado en todos los puntos del proceso.

4.3.3. Logística:

En la discusión acerca de la real eficacia de herramientas emanadas de la industria manufacturera en la industria de la construcción, el autor pretende dejar en claro que la filosofía de "Construcción sin pérdidas" apunta al mejoramiento de la Logística como herramienta principal de eliminación de pérdidas y en si es el concepto que se pretende aplicar a los sistemas productivos tradicionales. Recordemos que el proceso de producción se entiende no solamente como secuencia de las actividades de la conversión sino también como un proceso del flujo de materiales y de información y como proceso de generación de valor para el cliente.

De este concepto, se deduce que en un proceso de producción, la ventaja competitiva no puede venir solamente de mejorar la eficacia de las actividades de conversión, sino también reducir los tiempos de espera, del almacenaje, de movimientos improductivos e inspecciones. Todas estas actividades son inherentes a un proceso logístico.

El concepto de dirección basada en la logística está definido como "el proceso de planificación, implementación, control de la ejecución eficiente de los flujos, el almacenamiento y aprovisionamiento de materiales, y de la administración eficiente de la información relacionada desde el punto de origen del flujo hasta el punto de ejecución con el fin de satisfacer los requisitos del cliente".

En términos de la construcción, la logística se puede entender como un proceso multidisciplinario que intenta garantizar en el tiempo exacto, el costo y la calidad del proceso:

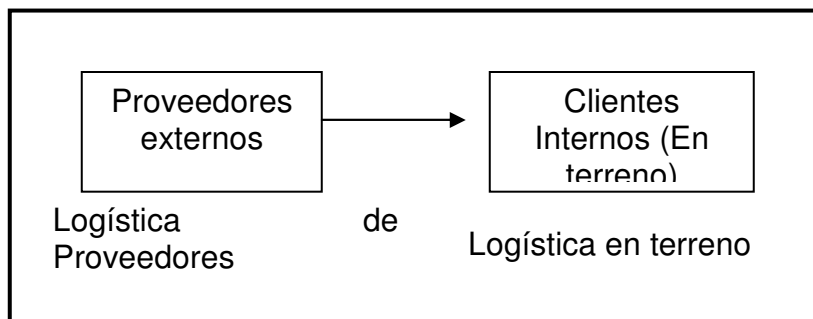
- Suministro de materiales, su almacenaje, procesamiento y dirección;

- Suministro de mano de obra;
- Control de los programas de construcción;
- Movimiento de la maquinaria de construcción en terreno;
- Dirección de los flujos de construcción;
- Dirección de los flujos de información relacionada con los flujos en el proceso de ejecución.

Esto se logra con el mejoramiento en las actividades de planificación, organización y el control antes, durante y después de los trabajos de construcción. Las funciones de la logística en una empresa constructora se pueden dividir en logística de recursos y la logística en terreno del proceso (Figura 5)

La logística de proveedores se relaciona con las actividades que son cíclicas en el proceso de producción. Estas actividades son básicamente: proveer los recursos necesarios (materiales, equipo y mano de obra), planificación de los suministros, adquisición de recursos, transporte al terreno y su entrega y control de almacenaje.

Figura 2: Funciones de la Logística



La logística en terreno se relaciona con la planificación física del flujo mediante la organización, dirección y control en terreno. Esto significa, dirección de los sistemas de información, equipos de seguridad, disposición de las cuadrillas en terreno, definición de la secuencia de la actividad y resolución de interferencia entre actividades de los equipos y las cuadrillas de construcción en terreno.

Los objetivos principales de un sistema logístico son maximizar el nivel de información hacia el cliente y reducir al mínimo costo total de las actividades del proceso. Es decir los objetivos son generar valor al cliente y reducir el costo en el proceso de producción.

El nivel de información hacia el cliente se puede medir en relaciones exteriores entre la empresa constructora y sus clientes finales, en relaciones exteriores entre la empresa y sus proveedores, y en relaciones internas entre la empresa y sus cuadrillas de construcción en terreno.

En el primer caso (relación: el cliente-empresa), el nivel de satisfacción de cliente, pueden ser medidos por la capacidad de la empresa de cumplir el período de la ejecución con la calidad y el presupuesto previsto. En el segundo caso (relación: empresa-proveedores) y el tercer caso (relaciones internas), el nivel de compromiso está determinado por la capacidad de la empresa de proporcionar los recursos a las cuadrillas en terreno en el tiempo y en el lugar preciso.

Una discusión pendiente en términos de la logística, está basado en el costo total, ya que algunas acciones que apuntan reducir algún costo individual de una actividad de logística pueden causar a un aumento en otros costos de la actividad. Por lo tanto, hay un conflicto pendiente en los costos de la logística. Por ejemplo, el costo de la carga puede ser reducido al mínimo por la adquisición en cantidades más altas, pero éste causará probablemente un aumento en costos de almacenamiento e inventarios.

El análisis de costo total de los procesos se debe asociar siempre al análisis del nivel de disponibilidad de los recursos. Es un análisis de la compensación, porque un aumento en el nivel de disponibilidad de los recursos generará un aumento del costo total.

Dicha discusión no será resuelta por el autor, sólo serán planteadas algunas herramientas de mejoramiento basadas en la filosofía de la “Construcción sin pérdidas”, que tienden a reducir a largo plazo los costos producto de la reducción de la dependencia y variabilidad de los procesos a corto plazo.

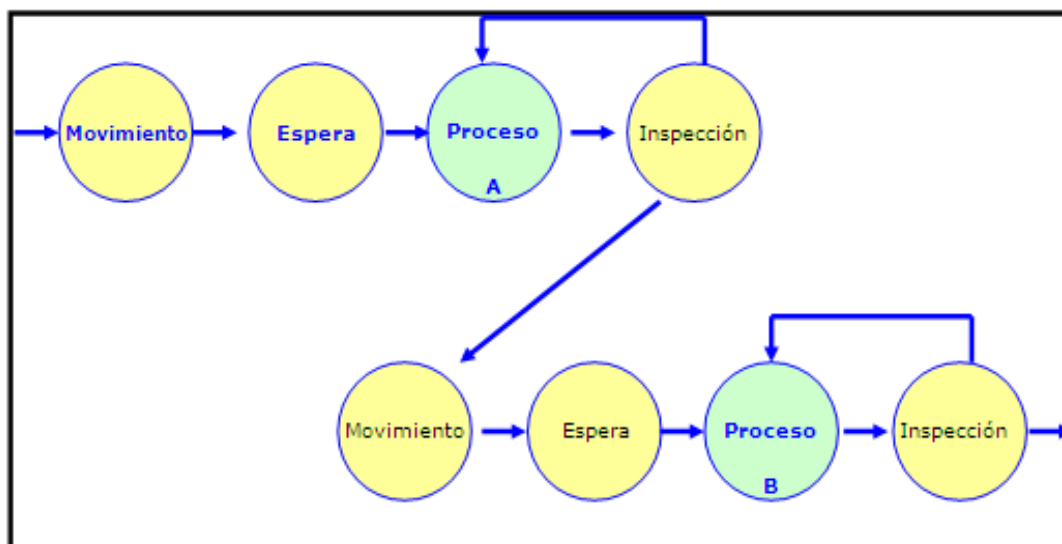
4.4. LOS PRINCIPIOS DE LEAN CONSTRUCCIÓN

El nuevo modelo conceptual es una síntesis de varios modelos sugeridos en diferentes campos de investigación en una base teórica común, como el pensamiento JIT y la visión de Calidad.

La tarea fue desarrollar un modelo que cubra todos los rasgos importantes de producción, sobre todo de los que carece el modelo de conversión. El nuevo modelo de producción puede ser definido de la siguiente forma:

La producción es un flujo de materiales y/o información desde la materia prima al producto final. En este flujo, el material es procesado dentro de este flujo, se producen inspecciones, esperas y posteriormente movimientos de recursos hacia la actividad siguiente. Este proceso de actividades intrínsecamente diferentes representa la visión de conversión de producción; la inspección, el movimiento y la espera representa el aspecto de flujo de producción.

Figura 3: La producción como un flujo de procesos



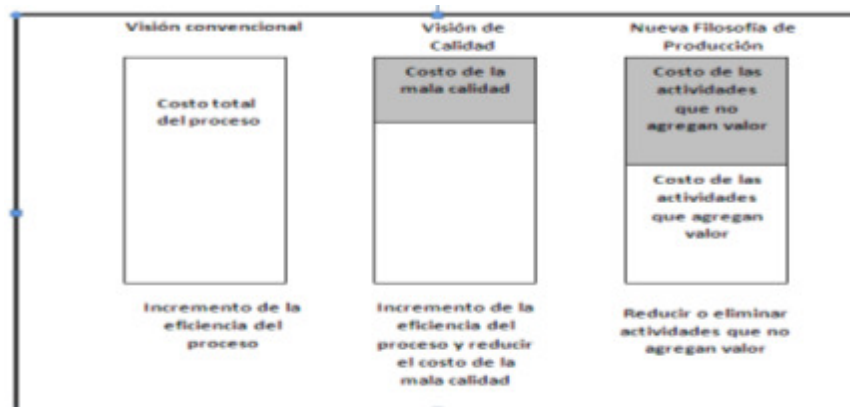
En esencia, la nueva conceptualización implica una doble visión de producción: esto consiste en conversiones y flujos. La eficacia total de producción es atribuible a la eficacia de ambas; el nivel de tecnología, las habilidades, la motivación, etc. de las actividades de conversión realizadas, así como la cantidad y la eficacia de las actividades de flujo por las cuales las actividades de conversión se entrelazan entre sí.

Mientras todas las actividades tienen un costo y consumen tiempo, sólo las actividades de conversión agregan valor al material o a la información, siendo transformada en un producto final. Así, el mejoramiento de actividades de flujo principalmente debería ser enfocado en su reducción o eliminación, mientras que actividades de conversión deben ser más eficientes.

La primera visión convencional está enfocada a mejorar la eficiencia del proceso completo, olvidando cada uno de los subprocesos intermedios, buscando la reducción del costo y del plazo total. La segunda visión de calidad, apunta a reducir la mala calidad del producto terminal, mediante una serie de controles intermedios y posteriores a la producción, por ende reducir el costo del proceso final. Finalmente, la visión de *Lean Construcción* se concentra en reducir o eliminar las actividades que no agregan valor al producto final y a optimizar las actividades que sí agregan valor (actividades de conversión).

¿Cómo debería ser diseñado, Controlado y mejorado un proceso de flujo? La nueva filosofía de producción propone los siguientes principios heurísticos.

Figura N° 4: Comparación entre las diferentes visiones de producción.



- Reducir las actividades que no agregan valor. (Pérdidas)
- Incrementar el valor del producto a través de la consideración sistemática de los requerimientos del cliente
- Reducir la variabilidad
- Reducir el tiempo del ciclo
- Simplificar mediante minimización de los pasos, las partes y la necesidad de conciliar información y uniones
- Incrementar la transparencia en los procesos.
- Enfocar el Control del proceso al proceso completo
- Introducir el mejoramiento continuo de los procesos.
- Balancear el mejoramiento del flujo con el mejoramiento de la conversión
- Referenciar permanentemente los procesos. (Benchmarking).

Presentaremos entonces a continuación los principios de la nueva filosofía para el diseño de procesos de flujo en la construcción y su mejoramiento.

Debemos notar que la mayor parte de los principios de la nueva filosofía de producción provienen de un principio central. Unos son más fundamentales que otros, pero es importante que notemos que el origen de estos principios es muy reciente, por supuesto que su conocimiento crecerá y serán sistematizados muy rápidamente.

4.4.1. Reducir las actividades que no agregan valor. (Pérdidas):

Reducir la parte de actividades que no agregan valor es una pauta fundamental. La experiencia muestra que las actividades que no agregan valor dominan la mayor parte de los procesos; por lo general sólo el 3 al 20 % de pasos añaden valor, y su parte de tiempo del ciclo total es insignificante, de 0.5 al 5 %. ¿Por qué están allí las actividades que no agregan valor en primer lugar? Parecen haber

tres causas de origen: el diseño, la ignorancia y la naturaleza inherente de producción en la construcción tocada anteriormente.

La mayor parte de los principios presentados más adelante están dirigidos a eliminar actividades que no agregan valor. Sin embargo, es posible directamente atacar las pérdidas más visibles solamente por diagramas de flujo del proceso, luego señalar y medir actividades que no agregan valor, como para el diseño de la obra se usan P&ID (Diagramas de procesos e instrumentación), para la ejecución de ésta es fundamental crear diagramas de flujo de procesos constructivos claves.

Para la aplicación de este principio debemos realizar un diagramas de flujo de lo que se está haciendo actualmente, luego analizar y evaluar para mejorar este diagrama pensando en los flujos, luego realizar entrenamiento del personal para aplicar el sistema mejorado y seguirlo mejorando en busca del óptimo.

4.4.2. Incrementar el valor del producto a través de la consideración sistemática de los requerimientos del cliente:

Este es otro principio fundamental. El valor se genera por la realización de exigencias del cliente, no como un mérito inherente de conversión. Para cada actividad hay dos tipos de clientes, el cliente interno y el cliente externo o final. Como esto parece evidente, otra vez tenemos que preguntar por qué las exigencias de cliente no han sido consideradas.

El fundamento práctico de este principio es realizar un diseño de flujo sistemático, donde los clientes sean definidos para cada etapa, por ejemplo cuando planificamos nuestras tareas semanales, y analizadas sus exigencias, los planes de corto plazo o intermedios, deben ser mejorados en su diseño.

El sistema del Ultimo Planificador propone mejores planes intermedios o Lookahead, en donde los clientes internos o sea las actividades siguientes, son planificados a través de una consideración sistemática de sus requerimientos.

4.4.3. Reducir la variabilidad:

Todos los procesos de producción son variables. Hay dos motivos para reducir la variabilidad del proceso. Primero, del punto de vista del cliente un producto uniforme siempre es mejor. Taguchi propone que cualquier desviación de un valor objetivo en el producto causa una pérdida al cliente interno y al externo.

En segundo lugar, la variabilidad, especialmente de la duración de alguna actividad, aumenta el volumen de actividades que no agregan valor. Esto puede ser demostrado por la teoría de colas que la variabilidad aumenta el tiempo del ciclo del proceso.

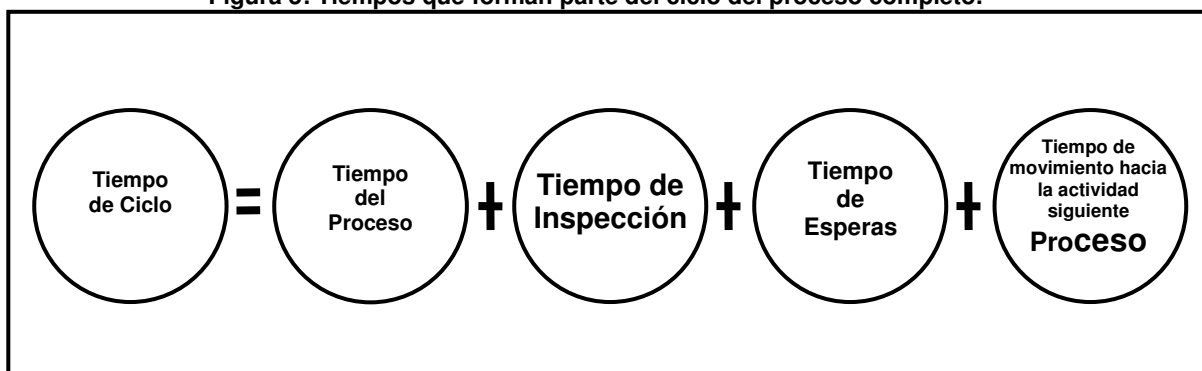
Recordemos que la desviación de lo planificado representa lo que se ha pasado a denominar "variabilidad" y ausencia de ésta se traduce en una planificación confiable. Demostraremos que generando planificaciones más confiables, reduciremos considerablemente la variabilidad.

4.4.4. Reducir el tiempo del ciclo:

El tiempo es una medida natural para los procesos de flujo. El tiempo entrega una medida más útil y universal que el costo o la calidad ya que puede ser usado de mejor forma para la mejora de los otros dos.

Un flujo de producción puede ser caracterizado por el tiempo del ciclo, que se refiere al tiempo requerido para que un material atraviese parte del flujo. El tiempo de un ciclo puede ser representado en la figura 8:

Figura 5: Tiempos que forman parte del ciclo del proceso completo.



Un principio básico de la nueva filosofía de producción es la compresión de los tiempos de ciclo, que obliga a la reducción de inspecciones, movimientos y esperas. En suma, los esfuerzos por eliminar las pérdidas y la compresión del tiempo total del ciclo podrían producir las siguientes ventajas:

- Cumplimientos de las fechas planificadas.
- Reducir la necesidad de hacer pronósticos sobre la demanda futura.
- Se disminuye la interrupción del proceso de producción debido a un cambio de órdenes.
- La gestión resulta más fácil porque hay menos requerimientos del cliente.

En cada escalón de la pirámide jerárquica de organización agrega generalmente un organismo de control al proceso. Este hecho nos motiva en la búsqueda de disminuir capas de esta organización jerárquica, así autorizando a las personas que trabajan directamente dentro del flujo a tomar decisiones: *“Un obrero mejor capacitado, puede tomar mejores decisiones de control y de calidad”*. Ejemplos prácticos de la reducción de tiempos de ciclo son los siguientes:

- La eliminación de los movimientos entre procesos (original del JIT) con el objetivo de reducir tiempos de espera y así el tiempo del ciclo.
- Cambiar la disposición de planta con el fin de reducir las distancias al mínimo.
- Cuidar el movimiento de los elementos; parcelando y sincronizando los flujos.
- Atención con las actividades que se podrían cambiar de orden secuencial a orden paralelo.

Uno de los requisitos más importantes para la reducción del tiempo del ciclo, es el mejoramiento para la toma de datos en terreno. La industria de la electrónica ha proporcionado sistemas PALM a precios muchos más asequibles para que las empresas provean a sus profesionales en terreno de estas nuevas tecnologías, lo que ayuda a estandarizar el proceso de recolección de datos en terreno. En la figura 9 se muestra la utilización de un simple programa computacional adaptado para un sistema PALM, que permite una mejor obtención de datos en terreno.

Imagen 1: Ejemplo de un programa computacional para evaluar en terreno restricciones de actividades e información acerca de los ciclos de trabajo, adaptable a sistema PALM y computador personal.

Level	Problem	Res	Solution	Completed
A	C1000-15 : Retaining Wall Design	CE		<input checked="" type="checkbox"/>

Level	Problem	Res	Solution	Completed
C	C1000-29 : Pad Foundation Design	CE		<input type="checkbox"/>
*				<input type="checkbox"/>

4.4.5. Simplificar mediante minimización de los pasos, las partes y la necesidad de conciliar información y uniones:

Si no intervienen otros factores, la complejidad misma de un producto o del proceso aumentan los costos más allá de la suma de los costos de sus partes individuales o pasos. Otro problema fundamental de complejidad es la fiabilidad: sistemas complejos son naturalmente menos confiables que sistemas más simples.

Simplemente puede entenderse como:

- Reducir la cantidad de componentes de un producto.
- Reducir la cantidad de pasos en el flujo de información o de materiales.

La división vertical y horizontal de trabajo siempre causa actividades que no agregan valor, que pueden ser eliminadas por unidades independientes (equipos multidisciplinarios y autónomos). Esfuerzos prácticos hacia la simplificación incluyen:

- Acortamiento de los flujos por la consolidación de actividades repetitivas. Debemos evaluar constantemente la calidad y el grado de aprendizaje de la mano de obra mediante sistemas de calificación del personal a corto plazo.
- Reducir la cantidad de partes del producto mediante cambios de diseño o partes prefabricadas.
- Estandarizar ciertas partes, materiales, herramientas, etc.
- Reducir al mínimo la cantidad necesaria de información para el control por una cantidad excesiva de índices de productividad medidos.

4.4.6. Incrementar la transparencia en los procesos:

Un proceso a la vista de la gente en sus métodos y procedimientos, es transparente. La figura 10 muestra una simple información en terreno del proceso que estamos llevando cabo y es de mucha utilidad para los participantes en el proceso constructivo.

La carencia de transparencia del proceso aumenta la propensión a errar, reduce la visibilidad de errores, y disminuye la motivación para mejorar. Así, el objetivo es tratar de hacer la producción más transparente para facilitar el Control y el mejoramiento para: "hacer que el flujo principal de operaciones de principio a fin sean más visibles y comprensibles para todos los involucrados".

Foto 1: Proceso de construcción visible para todos los involucrados en él.



Algunos esfuerzos prácticos para mejorar la transparencia son:

- Hacer los procesos directamente observables a través de planos en planta apropiados, figura anterior.
- Incorporar la información de los proceso en las áreas de trabajo, instrumentos, contenedores, materiales y sistemas de información.
- La utilización de órdenes visuales para permitir a cualquier persona inmediatamente reconocer normas y desviaciones de ellas.

Foto 2: Ejemplo de transparencia. Tal como se informa la cantidad de accidentes ocurridos en la mayoría de las obras de construcción, una buena medida que aumenta la transparencia, es comunicar el estado de la planificación de la obra.



4.4.7. Enfocar el Control del proceso al proceso completo:

Todo proceso de construcción atraviesa por diferentes unidades de producción en una organización, en donde cada supervisor del proceso entrega su visión de cómo deben ser hechas las cosas, provocando incertidumbre en los trabajadores. Los compromisos en la planificación solucionan en parte el control del proceso completo. El sistema del Ultimo Planificador es el encargado de generar estos compromisos mediante reuniones de planificación periódicas.

Hay al menos dos requisitos previos para el Control enfocado sobre el proceso completo.

Primero, el proceso completo debe ser medido. En segundo lugar, debe haber una autoridad de control para el proceso completo. Varias alternativas son usadas en la actualidad. En organizaciones jerárquicas, se toman soluciones más radicales de dejar a equipos auto-dirigidos en el control de sus procesos.

Para enfocar el control al proceso completo es fundamental elegir los proveedores y subcontratistas de acuerdo con el compromiso con la obra completa y no sólo con el pedido individual.

4.4.8. Introducir el mejoramiento continuo de los procesos:

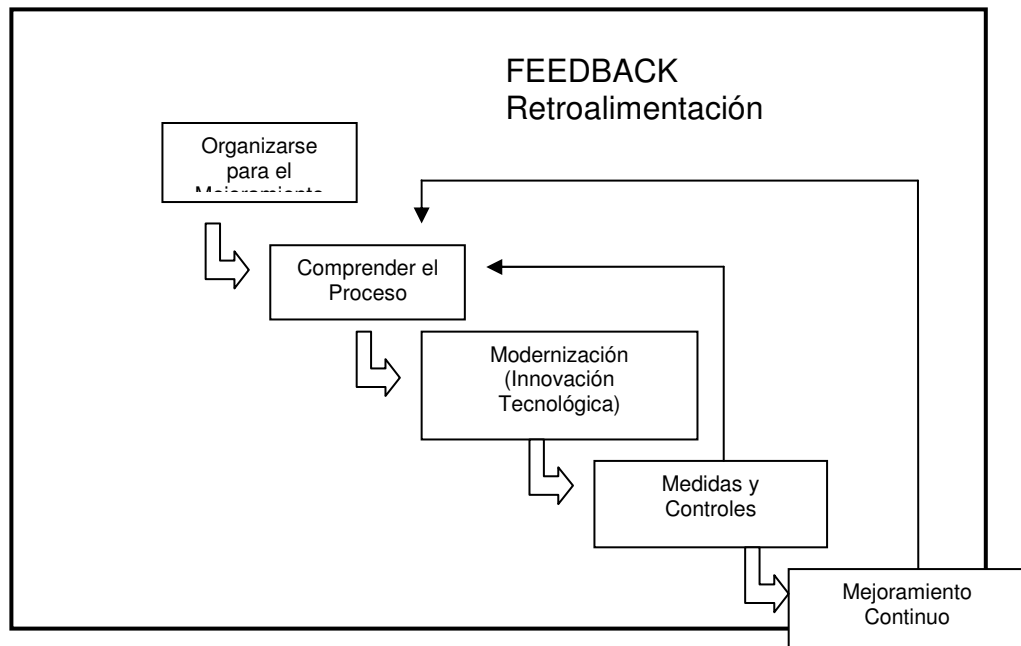
El esfuerzo de reducción de pérdidas y aumento del valor en la gestión de los procesos tiene carácter incremental, interno a la organización, que debe ser conducida por un grupo especial responsable. Este principio está basado en el Kaizen, filosofía japonesa del Mejoramiento Continuo en general (no sólo de los procesos) sino de toda la cadena de valor. La figura 11, presenta un esquema simplificado del proceso de mejora continua.

El trabajo en equipo y la gestión participativa se constituye en los requisitos esenciales para la introducción de las mejoras continuas en los procesos. Estandarización de los procedimientos, de forma de consolidar las buenas prácticas constructivas y servir de referencia para futuras mejoras. La creación de una metodología de identificación de las causas de problemas es la base para comenzar la estandarización de los procesos. El análisis de las causas de no cumplimiento de la planificación apunta a conseguir el mejoramiento de los procesos. Una metodología útil para identificar y medir estadísticamente las razones de no conformidad.

4.4.9. Referenciar permanentemente los procesos (Benchmarking):

A diferencia de la tecnología para conversiones, el mejor proceso de flujo no está referenciado; tenemos que encontrarlo en algún proceso de clase mundial. A menudo el Benchmarking es un estímulo útil para alcanzar la brecha de mejoramiento. Esto ayuda a vencer viejas rutinas inculcadas y las malas prácticas. Mediante ello, defectos fundamentales lógicos en los procesos pueden ser desenterrados.

Figura 6: Proceso de mejoramiento continuo en cualquier proceso productivo.



Los pasos básicos del Benchmarking son los siguientes:

- Saber del proceso; evaluación de las fuerzas y las debilidades de los subprocesos.
- Saber acerca de los líderes de la industria o competidores; encontrar, entender y comparar las prácticas de los mejores.
- Incorporar a las prácticas convencionales lo mejor; copiar, modificar o incorporar en sus propios procesos.
- Ganar y adelantarse a través de la combinación de las fuerzas existentes y lo mejor de las prácticas referenciadas.

5. PLANEACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

5.1. INTRODUCCIÓN

El proyecto a analizar consiste en las obras de acueducto, alcantarillado, y de más obras de tipo civil, eléctrico y mecánico, que Aguas Regional de Macondo S.A. E.S.P. desarrolla en los municipios de Plato, Ariguani, Nueva Granada, Aracataca y Cerro de San Antonio, en los cuales es prestador de servicios y constructor de los sistemas de acueducto y alcantarillado.

De aquí en adelante solo nos enfocaremos en el área de obras sin desconocer el efecto que las mismas tienen en la parte operativa.

Para realizar el análisis se tendrá en cuenta en primera instancia las distintas etapas que han enfrentado las obras, desde el momento de la contratación, especificaciones técnicas, y desarrollo del proceso constructivo según bitácoras y comités, para forjarse una idea clara del tipo de actividades a desarrollar, vislumbrar las posibles omisiones en los procesos de planeación, ejecución y control, teniendo la información necesaria se aplicaran los conceptos adquiridos en la formación profesional, proponiendo una nueva metodología a seguir en los proyectos actuales y los nuevos que se den para esta empresa, Se dividirá la planeación en una etapa general y otra particular, en la cual se detallara una serie de actividades consideradas como básicas para poder no solo planear los proyectos, sino también llevar un buen control de los mismos en el momento que se necesite.

5.2. CONTRATO DE OPERACIÓN Y CONSTRUCCIÓN

El primer punto a tener en cuenta, es que Aguas Regional de Macondo S.A. E.S.P. recibió el contrato de operación y construcción sobre el modelo Jurídico de cesión de contrato, es decir, las obras inicialmente las estaba ejecutando un antiguo operador constructor, el cual de manera conjunta con el contratante decidieron entregar el contrato a un nuevo operador tal como lo es ARM S.A. E.S.P.

Según la información recibida, no existió ningún proceso de empalme entre dichas empresas, y las obras se recibieron en unas condiciones indeterminadas, sin embargo, fue posible indagar la forma como inicialmente se desarrollaban las actividades por la antigua empresa y las condiciones aparentes de avance, planeación y de mas aspectos relevantes.

5.3. ORGANIZACIÓN GENERAL DEL CONTRATO

El contrato al inicio de las obras por parte de ARM S.A. E.S.P. constaba de las siguientes partes involucradas con las cuales se podía interactuar de forma directa:

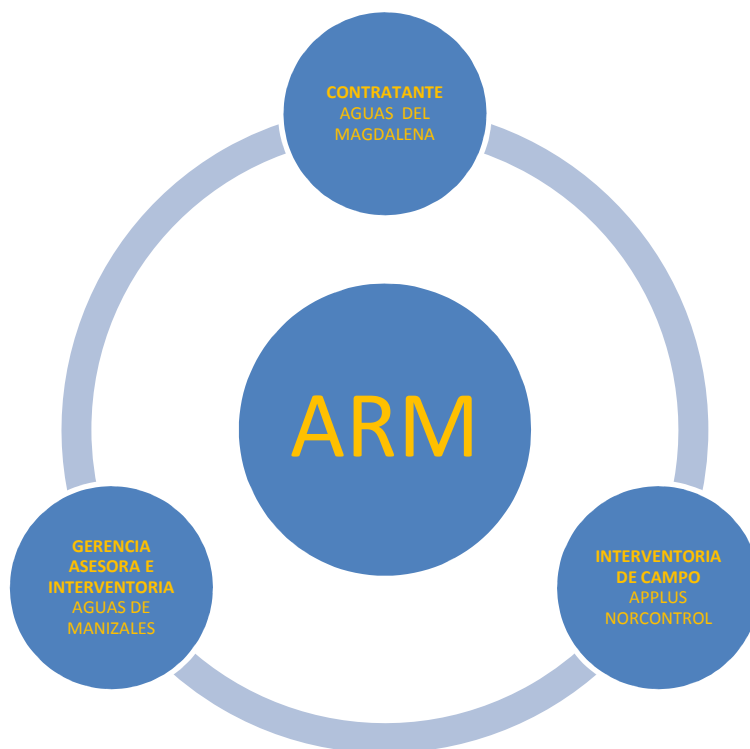


Figura 7: Entes contractuales.

- Aguas del Magdalena S.A. E.S.P.: Esta entidad es el Contratante y a su vez Gerente del Plan departamental de Aguas del departamento del Magdalena
- Aguas de Manizales S.A. E.S.P.: Quien tiene dependencia con Aguas del Magdalena S.A. E.S.P. y presta los servicios de Gerencia Técnica Asesora e interventoria para los contratos del Plan Departamental de Aguas.
- ApplusNortcontrol: Quien tiene dependencia directa con Aguas de Manizales S.A. E.S.P. y prestaba los servicios de interventoria de campo para el contrato del Regional Macondo. Esta empresa desaparece del organigrama a finales de diciembre de 2010 por vencimiento del contrato y sus funciones las asume directamente Aguas de Manizales S.A. E.S.P.
- Aguas Regional De Macondo S.A. E.S.P.: Quien es el contratista y puede interactuar directamente con cualquiera de las entidades antes mencionadas.

5.4. CONDICIONES INICIALES DE LAS OBRAS

Como se menciona anteriormente las obras del contrato se desarrollan en varios municipios cada uno de ellos con condiciones particulares. En el siguiente cuadro podremos observar de manera general, el avance que tenían las obras en cada uno de ellos.

Tabla 4: Balance general del contrato al inicio de las obras.

REGIONAL MACONDO- EJECUTADO										
MUNICIPIO	EJECUTADO		PROGRAMADO		EJECUTADO - PROGRAMADO		VALOR CONTRATO	INSTAL. DE TUBERÍAS		
	\$	%	\$	%	\$	%		ML DEL CONTRATO	ML EJECUTADO	% DE EJECUCIÓN
PLATO	2.975.254.332	70,87	3.644.469.023	86,81	-669.214.691	-15,94	4.198.327.409	14.626,00	11.216,51	76,69
ARIGUANI	2.123.515.816	29,72	7.145.364.736	100,00	-5.021.848.920	-70,28	7.145.364.736	6.524,00	3.222,95	49,40
NUEVA GRANADA	1.976.489.836	22,96	7.620.334.959	88,52	-5.643.845.124	-65,56	8.609.034.900	25.231,40	5.093,57	20,19
ARACATACA	733.002.191	30,60	2.395.691.701	100,00	-1.662.689.510	-69,40	2.395.691.701	4.145,00	2.182,55	52,66
CERRO DE SAN ANTONIO	193.803.291	20,05	966.628.240	100,00	-772.824.949	-79,95	966.628.240	2.521,00	629,00	24,95
TOTAL	8.002.065.465	34,32	21.772.488.659	93,38	-13.770.423.194	-59,06	23.315.046.985	53.047,40	22.344,58	42,12

Es evidente en el cuadro anterior que existía un gran retraso en la ejecución de las obras por la antigua empresa constructora, por tanto es necesario observar cada municipio y cada componente de manera particular.

5.4.1. Obras Del Municipio De Plato:

Se observa que en este municipio las obras se encuentran divididas en tres componentes, los cuales son Instalación de redes de sanitarias, instalación de redes hidráulicas, e impermeabilización del tanque elevado de las Mercedes.

5.4.2. Obras Del Municipio De Nueva Granada:

En este las obras se encuentran divididas en tres componentes como son la instalación de redes hidráulicas, la instalación de redes sanitarias y la instalación de una conducción.

Tabla 5: Balance general al inicio de las obras Municipio de Plato.

PLATO - EJECUTADO										
COMPONENTE	EJECUTADO		PROGRAMADO		EJECUTADO - PROGRAMADO		VALOR CONTRATO	INSTAL. DE TUBERÍAS (SIN DOMICILIARIAS)		
	\$	%	\$	%	\$	%		ML DEL CONTRATO	ML EJECUTADO	% DE EJECUCIÓN
ALCANTARILLADO	2.870.617.052	71,77	3.445.950.867	86,15	-575.333.815,20	-14,38	3.999.809.254	13.126,00	9.831,51	74,90
ACUEDUCTO	104.637.280	52,71	198.518.156	100,00	-93.880.875,59	-47,29	198.518.155,00	1.500,00	1.385,00	92,33
TANQUE LAS MERCEDES										
TOTAL	2.975.254.332	70,87	3.644.469.023	86,81	-669.214.690,79	-15,94	4.198.327.408,64	14.626,00	11.216,51	76,69

Tabla 6: Balance general al inicio de las obras Municipio de Nueva Granada.

NUEVA GRANADA- EJECUTADO										
COMPONENTE	EJECUTADO		PROGRAMADO		EJECUTADO - PROGRAMADO		VALOR CONTRATO	INSTAL. DE TUBERÍAS (SIN DOMICILIARIAS)		
	\$	%	\$	%	\$	%		ML DEL CONTRATO	ML EJECUTADO	% DE EJECUCIÓN
ALCANTARILLADO	919.043.453	80,05	1.148.114.387	100,00	-229.070.934	-19,95	1.148.114.387	3.414,40	2.493,57	73,03
ACUEDUCTO	0	0,00	133.492.828	100,00	-133.492.828	-100,00	133.492.828	1.460,00	0,00	0,00
CONDUCCIÓN GOLERO-NUEVA GRANADA	1.057.446.383	14,43	6.338.727.744	86,51	-5.281.281.362	-72,08	7.327.427.685	20.357,00	2.600,00	12,77
TOTAL	1.976.489.836	22,96	7.620.334.959	88,52	-5.643.845.124	-65,56	8.609.034.900	25.231,40	5.093,57	20,19

5.4.3. Obras Del Municipio De Ariguani:

Las obras a desarrollar en el municipio de Ariguani se dividen en los componentes de instalación de redes sanitarias, instalación de redes hidráulicas, instalación de conducción e instalación de equipo de bombeo.

Tabla 7: Balance general al inicio de las obras Municipio de Ariguani.

ARIGUANI- EJECUTADO										
COMPONENTE	EJECUTADO		PROGRAMADO		EJECUTADO - PROGRAMADO		VALOR CONTRATO	INSTAL. DE TUBERÍAS (SIN DOMICILIARIAS)		
	\$	%	\$	%	\$	%		ML DEL CONTRATO	ML EJECUTADO	% DE EJECUCIÓN
ALCANTARILLADO	776.626.026	30,85	2.517.560.498	100,00	-1.740.934.472	-69,15	2.517.560.498	5.741,00	3.222,95	56,14
ACUEDUCTO RED	0	0,00	241.620.540	100,00	-241.620.540	-100,00	241.620.540	783,00	0,00	0,00
ACUEDUCTO BOMBA POZO	51.132.800	100,00	51.132.800	100,00	0	0,00	51.132.800	0,00	0,00	0,00
CONDUCCIÓN GOLERO-EBAP 3	1.295.756.990	29,89	4.335.050.897	100,00	-3.039.293.907		4.335.050.897	10.517,00	2.736,00	26,02
TOTAL	2.123.515.816	29,72	7.145.364.736	100,00	-5.021.848.920	-70,28	7.145.364.735,54	6.524,00	3.222,95	49,40

5.4.4. Obras Del Municipio De Aracataca:

El único componente a desarrollar en el municipio de Aracataca es la instalación de redes sanitarias.

Tabla 8: Balance general al inicio de las obras Municipio de Aracataca.

ARACATACA- EJECUTADO										
COMPONENTE	EJECUTADO		PROGRAMADO		EJECUTADO - PROGRAMADO		VALOR CONTRATO	INSTAL. DE TUBERÍAS (SIN DOMICILIARIAS)		
	\$	%	\$	%	\$	%		ML DEL CONTRATO	ML EJECUTADO	% DE EJECUCIÓN
ALCANTARILLADO	733.002.191	30,60	2.395.691.701	100,00	-1.662.689.510	-69,40	2.395.691.701	4.145,00	2.182,55	52,66
TOTAL	733.002.191	30,60	2.395.691.701	100,00	-1.662.689.510	-69,40	2.395.691.701	4.145,00	2.182,55	52,66

5.4.5. Obras Del Municipio De Cerro De San Antonio:

En este municipio los componentes a ejecutar consisten en la instalación de redes sanitarias e instalación de redes hidráulicas.

Tabla 9: Balance general al inicio de las obras Municipio de Cerro de San Antonio.

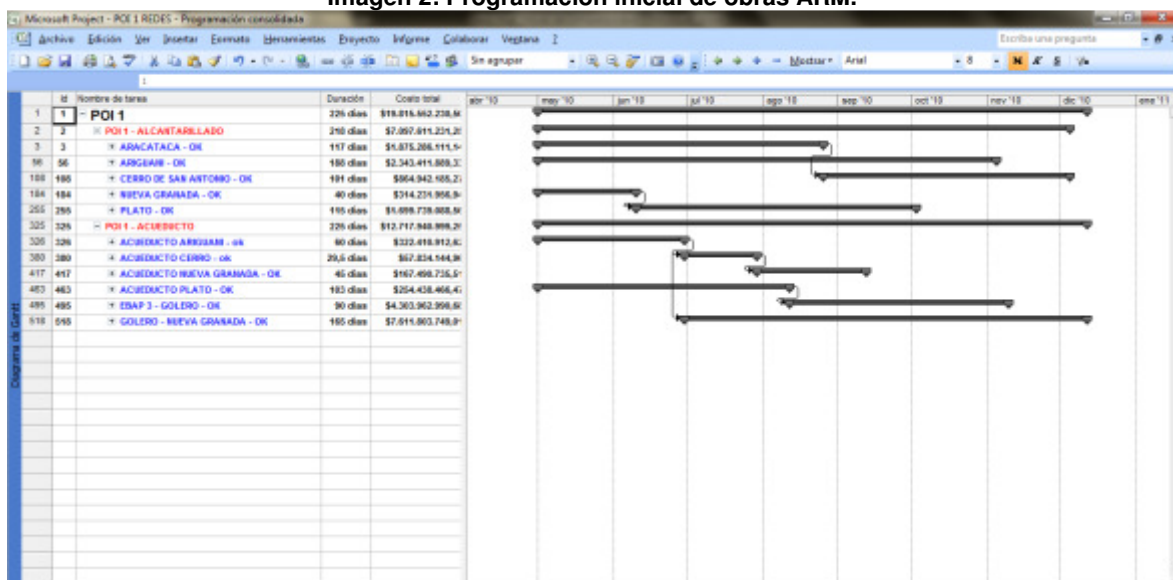
CERRO DE SAN ANTONIO-EJECUTADO										
COMPONENTE	EJECUTADO		PROGRAMADO		EJECUTADO - PROGRAMADO		VALOR CONTRATO	INSTAL. DE TUBERÍAS (SIN DOMICILIARIAS)		
	\$	%	\$	%	\$	%		ML DEL CONTRATO	ML EJECUTADO	% DE EJECUCIÓN
ALCANTARILLADO	187.144.271	20,43	915.818.112	100,00	-728.673.841	-79,57	915.818.112	2.221,00	512,00	23,05
ACUEDUCTO	6.659.020	13,11	50.810.128	100,00	-44.151.108	-86,89	50.810.128	300,00	117,00	39,00
TOTAL	193.803.291	20,05	966.628.240	100,00	-772.824.949	-79,95	966.628.240,15	2.521,00	629,00	24,95

5.5. PLANEACION Y DESARROLLO DE LAS OBRAS POR PARTE DE AGUAS REGIONAL DE MACONDO S.A. E.S.P

5.5.1. Planeación De Las Obras:

Una vez recibidas las obras por Aguas Regional de Macondo S.A. E.S.P. se presenta un lapso en el reinicio de las actividades de campo, debido a que no se contaban con las pólizas de todo tipo que el contrato exige.

Imagen 2: Programación inicial de obras ARM.



Durante el periodo de septiembre de 2009 cuando se asume el manejo de las obras y mayo de 2010 cuando se reinician las mismas, se conto con el suficiente tiempo para realizar una planeación de las obras que se continuarían.

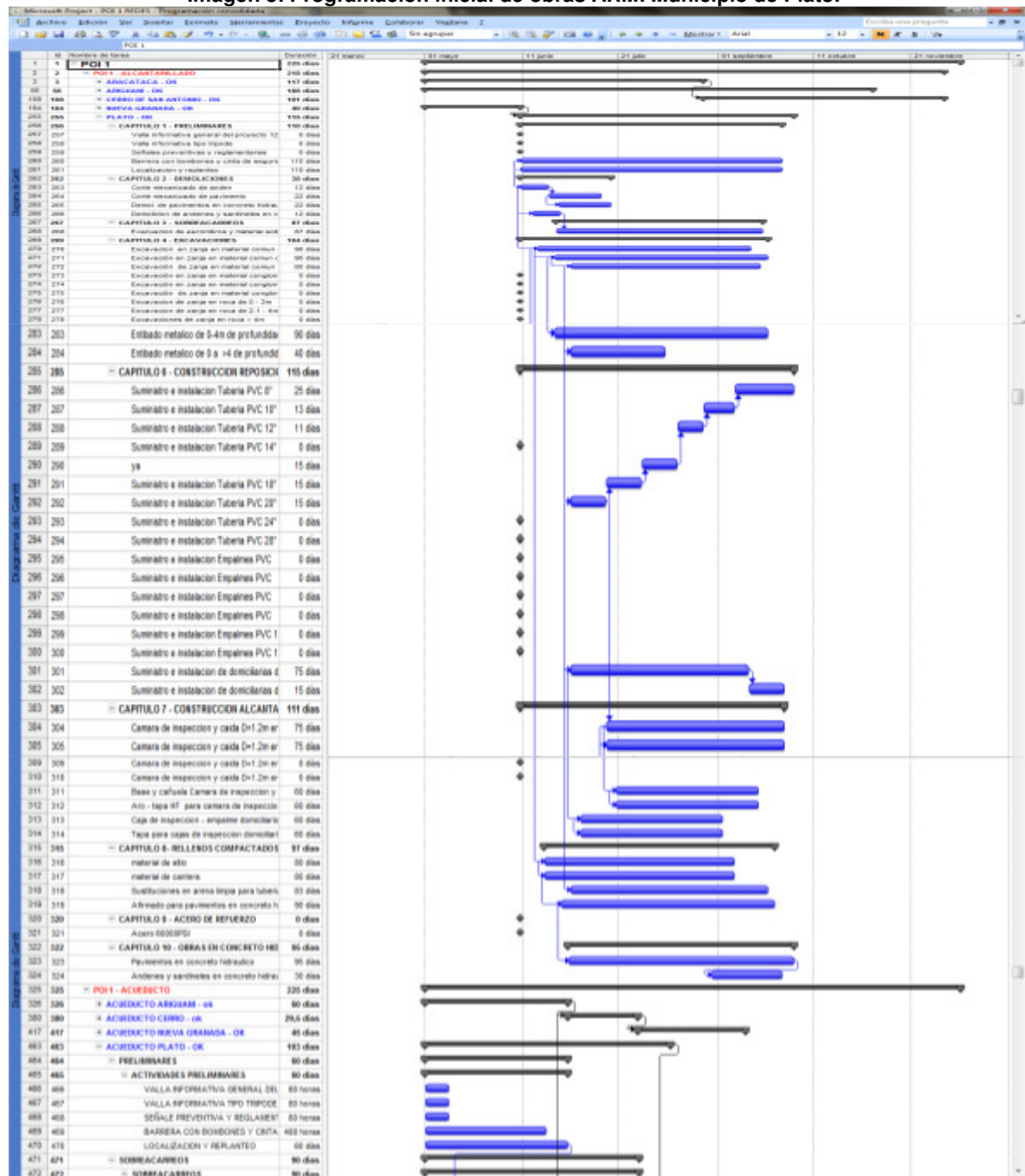
ARM S.A. E.S.P. Presento reprogramación de las obras, a ejecutar para desarrollarlas en un lapso de tiempo estimado suficiente según los rendimientos esperados, con la anterior programación resumida.

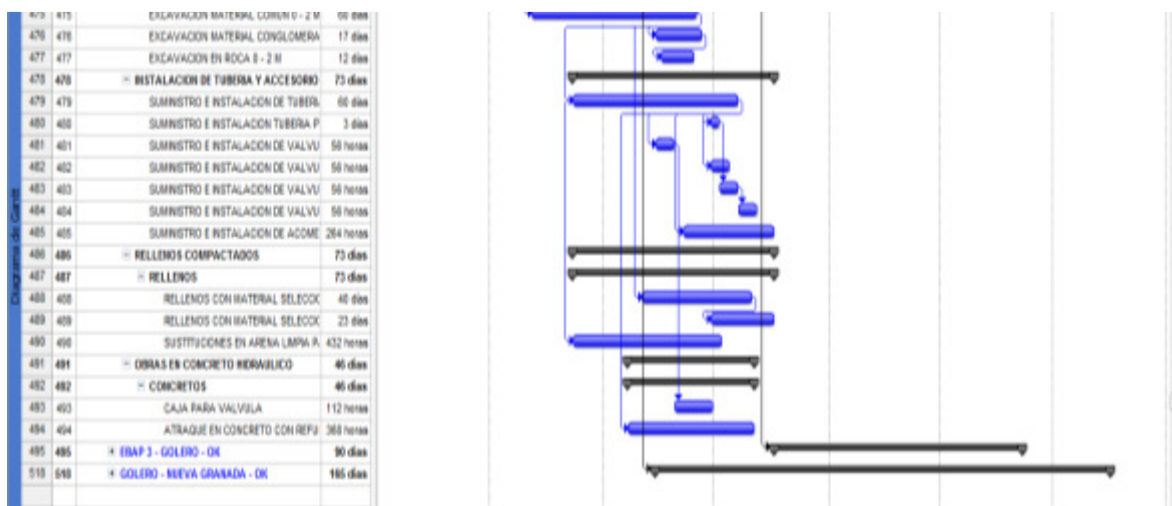
Se puede apreciar que las obras se comenzarían a desarrollar en el mes de Mayo de 2010 y terminarían a mediados de diciembre, según lo que se plantea en la programación, igualmente se puede observar que las obras de alcantarillado del municipio de Cerro de San Antonio comenzarían una vez terminadas las obras del Municipio de Aracataca; y las obras de alcantarillado del municipio de Plato comenzarían una vez se terminara las obras del municipio de Nueva Granda. Es de tener en cuenta que la obra de Alcantarillado del municipio de Plato es la que genera las mayores cantidades de obra y la representa mayor dificultad constructiva debido a las profundidades de instalación y las condiciones del terreno.

También se observa en la programación que en el mes de Mayo de 2010 se comenzaría con la instalación de las redes de acueducto de los municipio de Plato y Difícil de Ariguani. Además una vez se terminaran las obras de acueducto se Difícil comenzarían las obras acueducto en la conducción EBAP 3 – Golero, y las obras de acueducto del municipio de Cerro de San Antonio, terminadas las mismas comenzarían las de nueva Granada. De otra parte se observa que terminadas las obras de Acueducto del municipio de Plato se iniciaría la construcción de la conducción Golero – Nueva Granada.

Por ser las obras de Alcantarillado del municipio de Plato las que representan mayor dificultad observaremos su programación con más detalle:

Imagen 3: Programación inicial de obras ARM: Municipio de Plato.





En la programación se observa que se planteo inicialmente comenzar en el mes de Junio de 2010 con la instalación de las tuberías de mayor diámetro, es decir, los colectores principales, hasta llegar a los colectores secundarios, de menor diámetro en el mes de noviembre de 2011. Además que los registros domiciliarios y los manholes, se construirían de manera simultánea a la instalación de la tubería, en lo que a alcantarillado se refiere.

En la parte de acueducto se planteo que las redes se comisarían a instalar en el mes de Mayo de 2010, junto con las válvulas de sectorización necesarias y se terminarían en el mes de Julio de 2011.

Según los registros de bitácora las obras no se desarrollaron tal como estaba Planteado, ya que no se tuvieron en cuenta las programaciones para el desarrollo de las mimas, tal como se pudo evidenciar en las bitácoras de obra. Por tal razón comencemos analizando como fue el desarrollo de las obras.

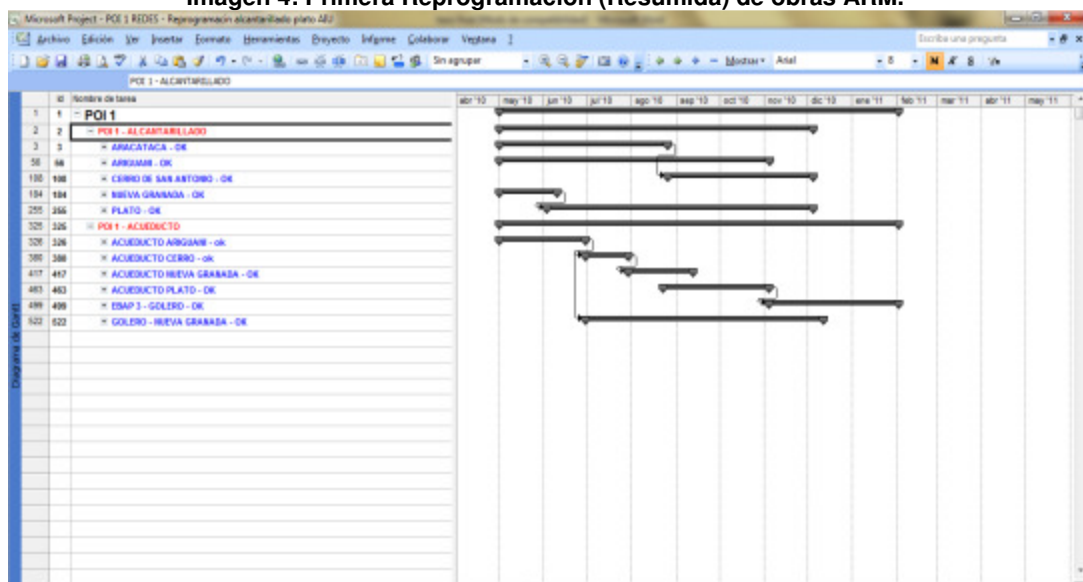
La ejecución de las obras se dio de la siguiente manera:

- Las obras se entregaron a sub contratistas, divididas en dos sectores: Un subcontratista para las obras de Plato y Difícil, Y un subcontratista para las obras de Aracataca y Cerro de San Antonio.
- Las obras de alcantarillado del municipio de Plato comenzaron en el mes de Junio de 2010 y las de acueducto en el mes de diciembre de 2010.
- Las obras de Alcantarillado del municipio de Aracataca comenzaron en junio de 2010 de manera simultánea con las obras de alcantarillado del municipio de Cerro de San Antonio.

- Hasta la fecha de redacción del presente documento no se habían iniciado obras de alcantarillado, ni las obras de acueducto en el municipio de Nueva Granada, ni las obras de acueducto del municipio de Difícil.
- Las conducciones EBAP 3 – Golero se comenzaron a ejecutar en el mes de agosto de 2010 tal como se tenía programado, simultáneo con el inicio de la conducción Golero – Nueva Granada la cual llevaba un mes de retraso.
- Las obras de acueducto del municipio de Cerro de San Antonio se comenzaron a ejecutar en el mes de mayo de 2011
- Existe un componente de obras civiles y electromecánicas que no fue tenido en cuenta en la programación, por no tenerse aun definido, a pesar de haber transcurrido ocho meses desde el inicio de las obras.
- El subcontratista de los municipio de Plato y Ariguani, Subcontrato para su ejecución las obras a otra empresa, la cual después de dos meses de ejecución abandono las obras.

Se puede apreciar sin indagar mucho sobre el tema, que la programación de las obras se realizo como un requisito contractual para presentar a la interventoria, y no como un método de planificación y control de las obras, pues se observa que las obras no se ejecutaron según lo programado. Lo anterior ocasiono múltiples traumatismos y retrasos en las obras por lo que fue necesario realizar una reprogramación de las mismas, tratando de ajustar tiempos y rendimientos, dando como conclusión una nueva fecha de terminación para las obras en general, lo cual quedo plasmado en la primera reprogramación de las obras, que se dio a inicio del mes de septiembre de 2010.

Imagen 4: Primera Reprogramación (Resumida) de obras ARM.



En la nueva reprogramación, se observa que ahora la fecha de terminación de las obras sería en el mes de enero de 2011. Además que los plazos de iniciación y terminación de las obras en particular se replantearon, quedando las obras ahora de la siguiente manera:

- Las obras de alcantarillado de Aracataca comienzan en Mayo de 2010 y terminan en Agosto de 2010, tal como estaban planteadas de manera inicial.
- Las obras de Alcantarillado del municipio de Ariguani, continúan comenzando en el mes de mayo de 2010 y terminan en noviembre de 2010, tal como estaban planteadas de manera inicial. El mismo caso ocurre con las obras de acueducto que continúan comenzando en mayo de 2010 y terminando en junio de 2010.
- Las obras de Alcantarillado del municipio de Cerro de San Antonio, continúan comenzando en el mes de Agosto de 2010 y terminan en Diciembre de 2010, tal como estaban planteadas de manera inicial. Nótese que no se corrigió la fecha de inicio de la obra.
- Al igual que las obras de alcantarillado del municipio de Cerro de San Antonio, a las obras del municipio de Nueva Granada no se le corrigieron las Fechas de inicio y finalización. Las obras de acueducto del municipio de Cerro de San Antonio continúa con las mismas fechas de inicio y finalización de la anterior programación entre los meses de junio y julio del año 2010.
- Las obras de alcantarillado del municipio de Plato continúan comenzando en el mes de junio, pero ahora terminan en el mes de diciembre de 2010, un mes más de ejecución en comparación a la programación inicial. Las obras de acueducto ahora se plantean para iniciara mediados de agosto de 2010 y finalizar en el mes de noviembre de 2010, es decir, se corrió la fecha de inicio a donde inicialmente estaba planteado terminar y se redujo el tiempo de ejecución en un mes, pues se paso de tres mese y medio a dos meses y medo.
- El alcantarillado del municipio de Nueva Granada Continua Programado en los meses de mayo y junio de 2010 como antecesor de las obras de alcantarillado del municipio de Plato. Y las obras de acueducto permanece también en el mismo tiempo de ejecución entre los meses de Julio y Septiembre de 2010.
- Las conducciones EBAP 3 – Golero se reprogramo comenzando ahora en noviembre de 2010 y terminado en enero de 2011, es decir, se corrió la fecha de inicio a la primera finalización esperada, la conducción Golero – Nueva Granada la cual llevaba un mes de retraso a su inicio, continua programada en el mismo tiempo comprendido entre julio y diciembre de 2010.

Se observa al comparar la programación inicial con la reprogramación presentada en el mes de septiembre, que no se corrigieron los errores inicialmente cometidos, únicamente se modificaron tres programaciones en particular, con el fin de reducir la brecha que se ampliaba en la curva programado vs ejecutado que se estaba dando en obra, cabe realizar de la observación que interventoría solo estaba haciendo presencia en los municipios de Plato y Ariguani, y que el resto de los municipios solo recibía visitas esporádicas de la misma.

Observemos el caso particular de las obras de acueducto y alcantarillado del municipio de Plato, el cual fue quien sufrió mayor transformación.

Lo primero que se puede observar es que el proyecto de alcantarillado paso de ser un municipio sin ruta critica debido al tiempo de ejecución que tenía previsto, ha ser un proyecto con múltiples actividades criticas principalmente las actividades de excavaciones y las bases de manholes.

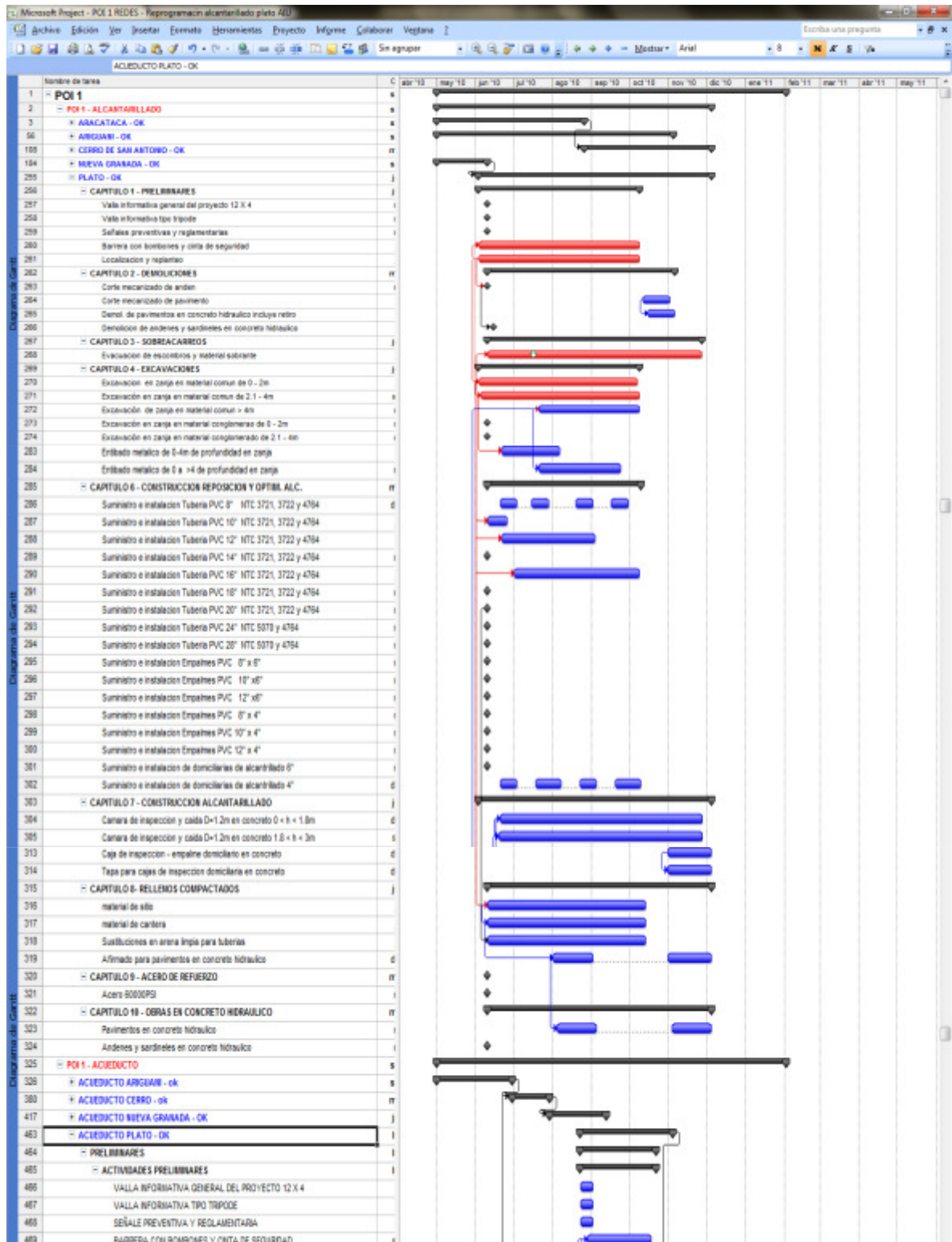
Igualmente se puede observar que se redefino el proceso constructivo, ya que ahora se expresa en la programación que se iniciaran labores por las tuberías de menor diámetro hasta llegar a las de mayor diámetro, es decir de los colectores secundarios a los colectores principales, siendo esto adverso a la forma en que se debe construir un alcantarillado, de aguas abajo a aguas arriba.

Es importante recalcar que los pavimentos que inicialmente estaban planteados para ser realizados durante todo el transcurso de la obra, ahora se ejecutaran al inicio y al final de la misma.

Por otra parte las obras de acueducto la única transformación sufrida en la programación fueron las fechas de inicio y finalización pues continúan con el mismo esquema en los diagramas de Gantt, presentando ahora actividades críticas.

Como era de esperarse, fue necesario volver a reprogramar las obras, tanto por la falta de planificación en la programación, como por factores adversos a la obra. Presentándose una nueva programación en el mes de Noviembre.

Imagen 5: Primera Reprogramación (Detallada) de obras ARM: Municipio de Plato.



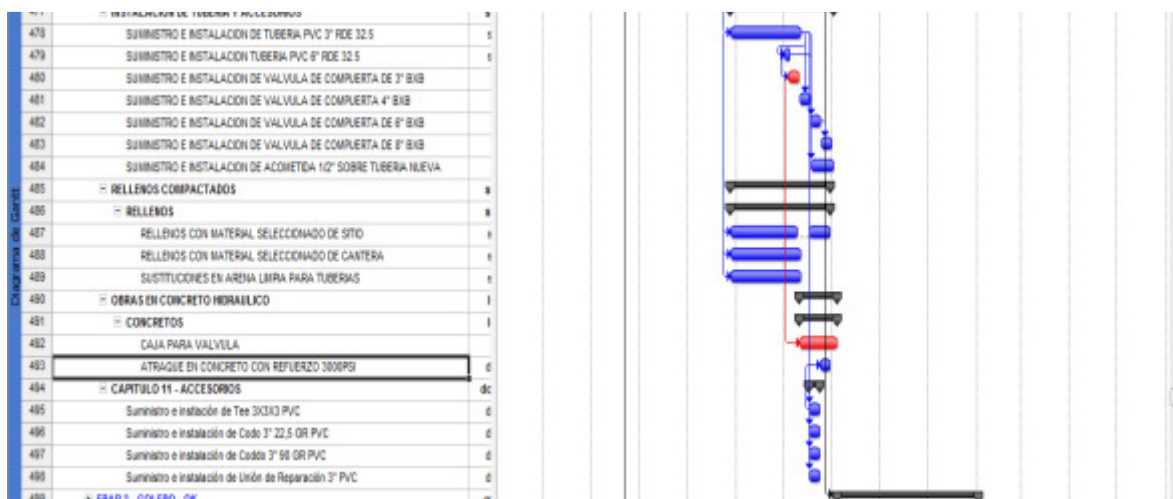
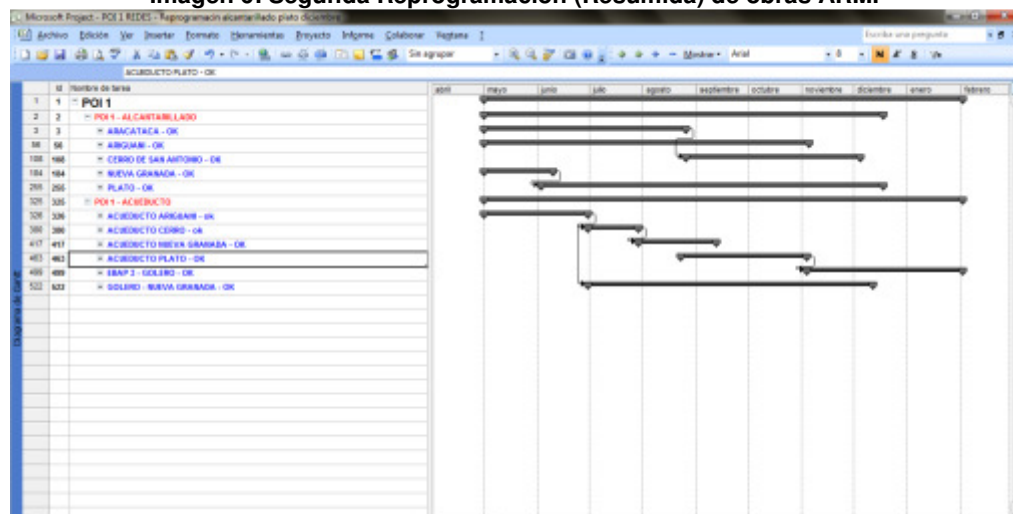


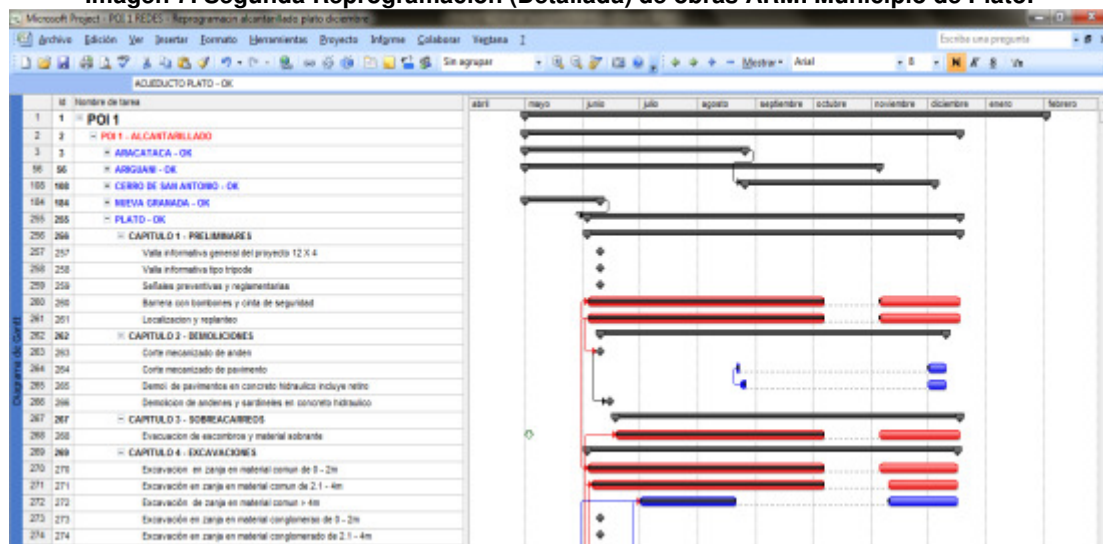
Imagen 6: Segunda Reprogramación (Resumida) de obras ARM.

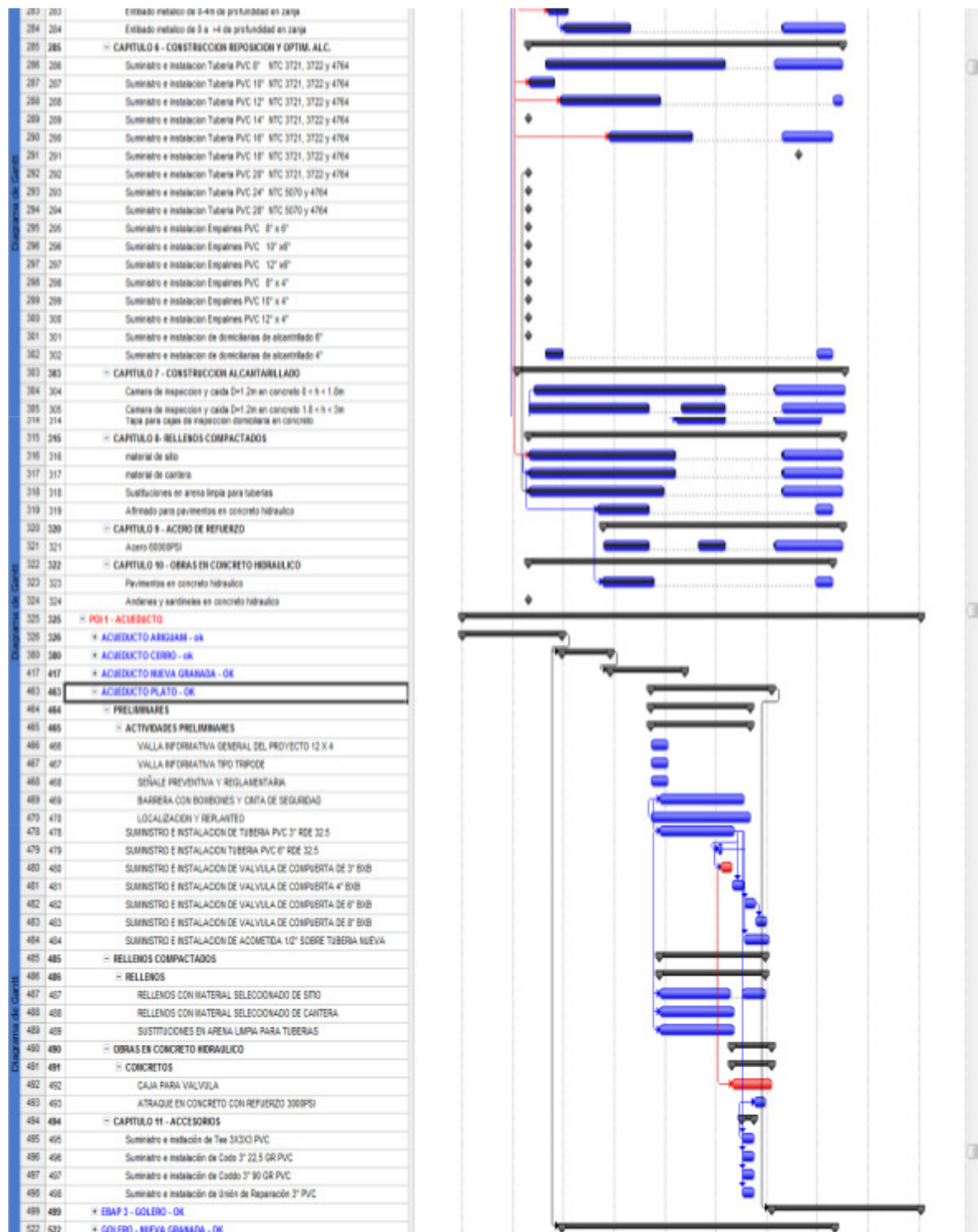


- Las obras de alcantarillado de Aracataca comienzan en Mayo de 2010 y terminan en Agosto de 2010, igual a lo que estaba planteado inicialmente.
- Las obras de Alcantarillado del municipio de Ariguani, continúan comenzando en el mes de mayo de 2010 y terminan en noviembre de 2010, tal como estaban planteadas de manera inicial. El mismo caso ocurre con las obras de acueducto que continúan comenzando en mayo de 2010 y terminando en junio de 2010.
- Las obras de Alcantarillado del municipio de Cerro de San Antonio, continúan comenzando en el mes de Agosto de 2010 y terminan en Diciembre de 2010, tal como estaban planteadas de manera inicial. Nótese que no se corrigió la fecha de inicio de la obra.

- Al igual que las obras de alcantarillado del municipio de Cerro de San Antonio, a las obras del municipio de Nueva Granada no se le corrigieron las Fechas de inicio y finalización. Las obras de acueducto del municipio de Cerro de San Antonio continúa con las mismas fechas de inicio y finalización de la anterior programación entre los meses de junio y julio del año 2010.
- Las obras de alcantarillado del municipio de Plato continúan comenzando en el mes de junio, pero ahora terminan en el mes de diciembre de 2010, un mes más de ejecución en comparación a la programación inicial. Las obras de acueducto ahora se plantean para iniciara mediados de agosto de 2010 y finalizar en el mes de noviembre de 2010, es decir, se corrió la fecha de inicio a donde inicialmente estaba planteado terminar y se redujo el tiempo de ejecución en un mes, pues se paso de tres mese y medio a dos meses y medo.
- El alcantarillado del municipio de Nueva Granada Continua Programado en los meses de mayo y junio de 2010 como antecesor de las obras de alcantarillado del municipio de Plato. Y las obras de acueducto permanece también en el mismo tiempo de ejecución entre los meses de Julio y Septiembre de 2010.
- Las conducciones EBAP 3 – Golero se reprogramo comenzando ahora en noviembre de 2010 y terminado en enero de 2011, es decir, se corrió la fecha de inicio a la primera finalización esperada, la conducción Golero – Nueva Granada la cual llevaba un mes de retraso a su inicio, continua programada en el mismo tiempo comprendido entre julio y diciembre de 2010.

Imagen 7: Segunda Reprogramación (Detallada) de obras ARM: Municipio de Plato.





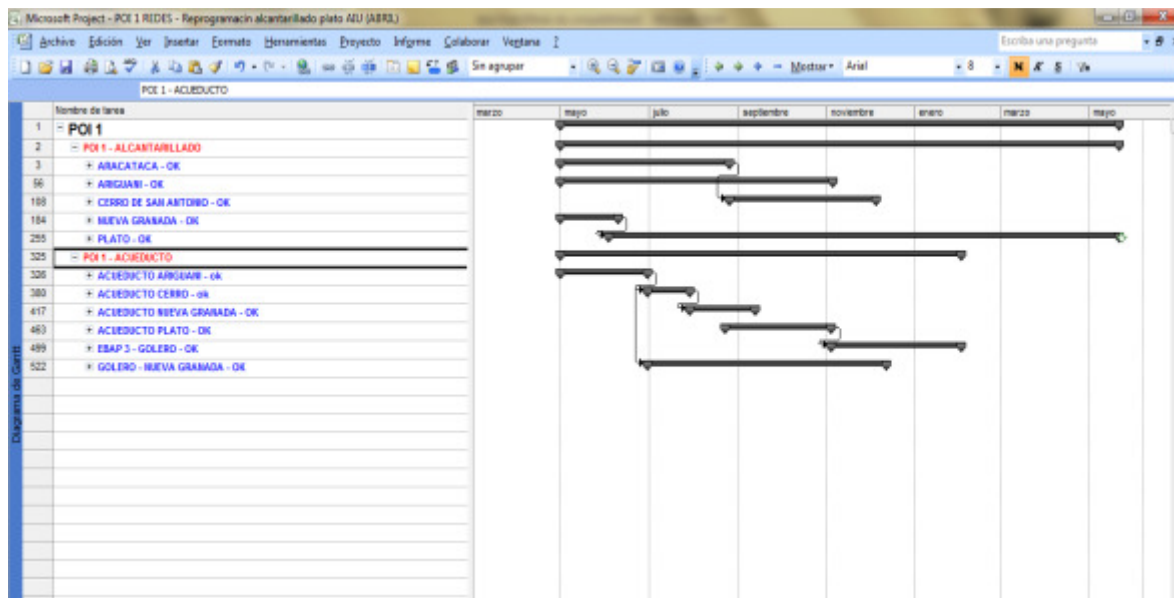
Se puede observar en la reprogramación del municipio de Plato, que la nueva reprogramación a pesar de mantener las mismas fechas de inicio y culminación, ahora refleja el desarrollo real de la obra, es decir, se muestran los avances en la

ejecución, y se muestra una parálisis en el mes de octubre, al parecer esta nueva programación es fiel a la forma en que se ha venido desarrollando la obra.

A finales del año 2010 se presento una fuerte ola invernal en Colombia, lo que ocasiono el aumento de la cota del nivel de varios ríos, entre ellos los ríos Aracataca y Magdalena, ocasionando inundaciones en municipios como Plato, Cerro de San Antonio y Aracataca, lo que conllevó a la suspensión parcial de estas obras. Cabe anotar que el vencimiento del plazo contractual de las obras era el 21 de diciembre del año 2010, fecha para la cual ninguna de las obras en mención se encontraban concluidas.

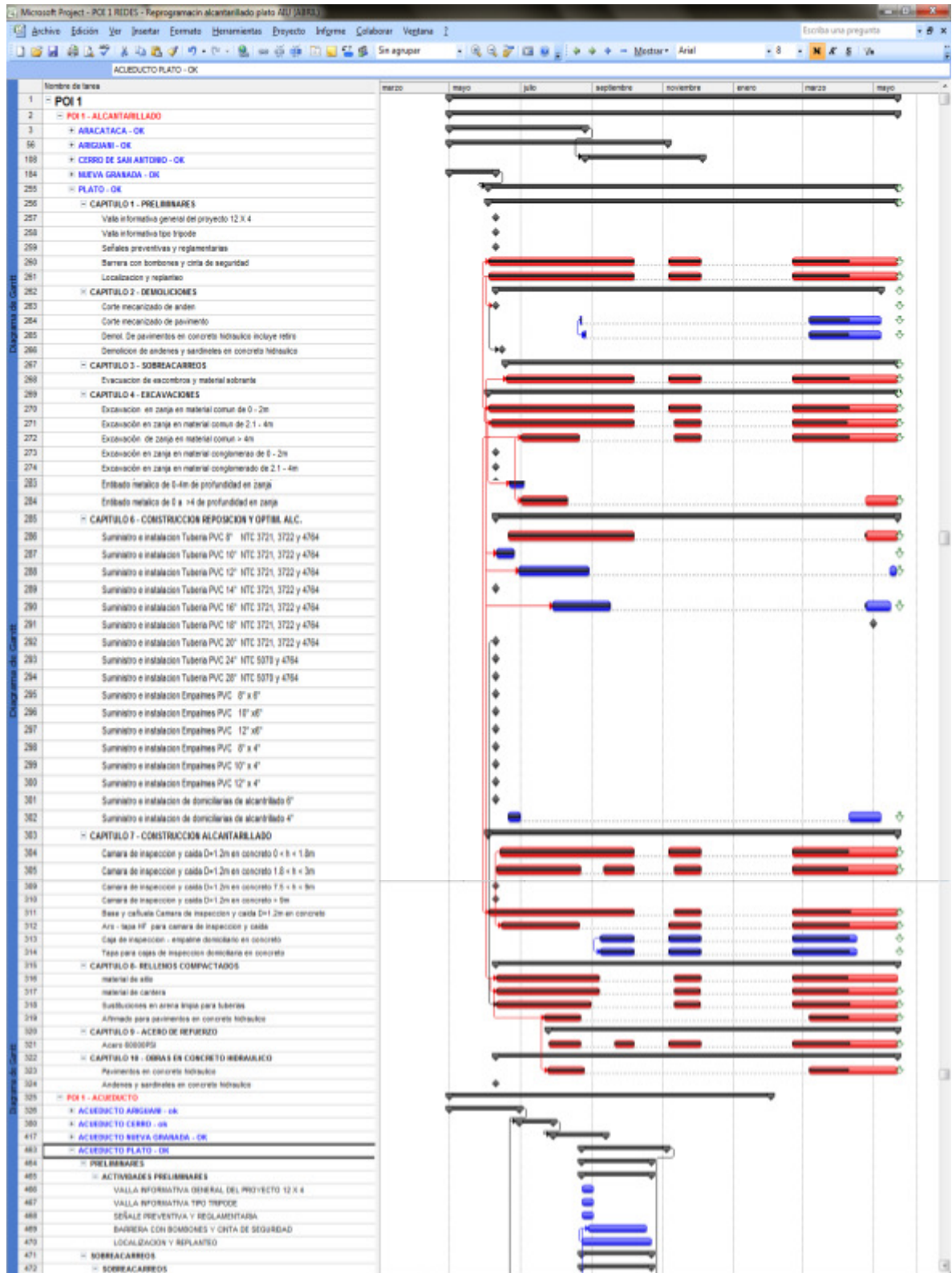
Teniendo en cuenta la ola invernal presentada y otros factores relevantes a cada municipio, de los cuales serán objeto de estudio más adelante, se solicito por parte de Aguas Regional de Macondo una adición en tiempo, correspondiente al periodo en que no se pudo laborar a causa del invierno, quedando como nueva fecha de finalización el 21 de mayo del año 2011, para lo cual se presento una nueva reprogramación para el mes de enero de ese mismo año.

Imagen 8: Tercera Reprogramación (Resumida) de obras ARM.

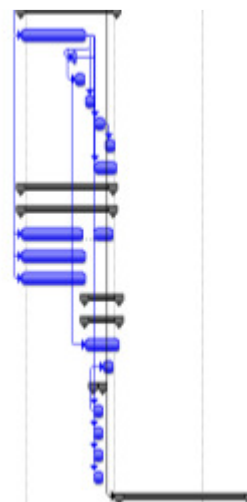


Se puede observar de manera general que todas las fechas continúan iguales exceptuando las obras de alcantarillado del municipio de Plato, las cuales ahora se extienden hasta el mes de mayo del año 2011.

Imagen 9: Tercera Reprogramación (Detallada) de obras ARM: Municipio de Plato.



477	⇒ INSTALACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS	
478	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 3" RDE 32.5	
479	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA PVC 6" RDE 32.5	
480	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA DE COMPUERTA 3" 8x8	
481	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA DE COMPUERTA 4" 8x8	
482	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA DE COMPUERTA DE 6" 8x8	
483	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA DE COMPUERTA DE 8" 8x8	
484	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA 1/2" SOBRE TUBERIA NUEVA	
485	⇒ RELLENOS COMPACTADOS	
486	⇒ RELLENOS	
487	RELLENOS CON MATERIAL SELECCIONADO DE SITIO	
488	RELLENOS CON MATERIAL SELECCIONADO DE CANTERA	
489	SUSTITUCIONES EN ARENA LIMPA PARA TUBERIAS	
490	⇒ OBRAS EN CONCRETO HIDRAULICO	
491	⇒ CONCRETOS	
492	CAJA PARA VALVULA	
493	ATRAQUE EN CONCRETO CON REFUERZO 3000PSI	
494	⇒ CAPITULO 15 - ACCESORIOS	
495	Suministro e instalaci3n de Tee 3/4x3/4 PVC	
496	Suministro e instalaci3n de Codo 3" 32.5 GR PVC	
497	Suministro e instalaci3n de Codo 3" 90 GR PVC	
498	Suministro e instalaci3n de Uni3n de Reparaci3n 3" PVC	
499	⇒ FRASE 5. 1/2x 3/4x 1/2	



La nueva programación muestra un nuevo lapso cesante en la obra, dado en el transcurso de los meses de diciembre de 2010 y finales de enero del año 2011 tiempo durante el cual el municipio de Plato presento inundación, quedando también bajo las aguas el 90% de las zonas de ejecución de estas obras. De otra parte se muestra un nuevo aumento en el porcentaje ejecutado observando un avance hasta el mes de marzo.

A la fecha de redacción del presente documento, todas las obras se encontraban suspendidas, y únicamente se había terminado de ejecutar las obras de acueducto del municipio de Plato.

5.5.2. Desarrollo De Las Obras:

Considerando los diferentes factores que han influido en el normal desarrollo de las Actividades que se viene ejecutando ARM en los municipios de Aracataca, Difícil, Nueva Granada, Plato y Cerro de San Antonio, en los componentes de Acueducto, Alcantarillado y Electromecánico, mediante el presente se pretende realizar un resumen del estado actual de las obras, en el cual se explican los inconvenientes que se han presentado y las medidas que se tomaron y/o se tienen programaron, por parte de ARM para mitigar el impacto que están generando dichos inconvenientes.

- **Municipio De Aracataca:** El inconveniente más relevante durante el desarrollo de las obras fue el invierno que azotó la zona y la parte alta del río Aracataca, ya que esto causó fuertes y súbitas crecientes que desestabilizaron aun más la rivera donde se encuentra localizado el sistema de bombeo, puesto que en esta zona se presenta un cambio en la dirección del flujo, por ser una curva, se solucionó con la

construcción de los gaviones y bolsacretos que hoy por hoy soportan y estabilizan el equipo de bombeo.

Foto 3: Bocatoma Municipio Aracataca



Este componente, considerando el valor contractual (\$162 millones), el encuentra en un avance financiero del 55%, pero según se estableció en el balance el alcance del proyecto se reducirá aproximadamente a \$ 127 millones, de los cuales ya se encuentran conciliados hasta el acta 22 \$ 89 millones, y ejecutados por cobrar \$33 millones ya que se ha terminado completamente la estabilización del terreno, el cerramiento y la cubierta, y se está a la espera de la conformación del piso de la estación debido a inconvenientes con la trituradora del proveedor del servicio, es decir que el avance real equivale a un 97%, y faltan por ejecutarse \$ 4 millones.

Foto 4: Bocatoma Municipio Aracataca



Estado Actual de las Obras-abril 2011

Tabla 10: Balance Actual de las obras: Bocatoma Municipio de Aracataca.

Contractual mayo 2010	Contractual diciembre 2010	Balance	Ejecutado hasta acta 22	Ejecutado por cobrar	Total ejecutado	Por ejecutar
\$ 100	\$ 162	\$ 127	\$ 89	\$ 33	\$ 123 97%	\$ 4

* cifras en millones

- Alcantarillado: Este componente ha sufrido una serie de modificaciones en el diseño, que han causado cambios en el presupuesto oficial. Adicionalmente estas modificaciones que básicamente alteran las excavaciones y los rellenos, se deben

considerar que en el presupuesto original estas mismas cantidades se contemplaron de manera insuficiente para los fines del proyecto. Según el balance establecido con la interventoría de campo que estuvo hasta diciembre de 2010 las obras de alcantarillado del municipio de Aracataca (sin incluir el colector secundario de Gabriel García Márquez) tendrían un valor de \$ 3.363 millones, que al adicionar las cantidades contempladas para el colector secundario (\$407 millones) se elevaría a \$ 3,770 millones, \$ 968 millones por encima del presupuesto oficial.

Por otra parte las profundidades del colector han generado la toma de decisiones técnicas que han sugerido cambios en la concepción del sistema de domiciliarias en los tramos donde la profundidad supera los tres metros, dando paso a la construcción de manijas para los sistemas domiciliarios, además de la imperiosa necesidad de utilizar un sistema de entibado metálico que generó la utilización de sobre anchos en las zanjas establecidas por las especificaciones técnicas, que de una u otra forma altera mas el presupuesto establecido con la anterior interventoría de campo, ya que en el momento en que se determinó ese balance inicial no se contemplaron las nuevas modificaciones que se han aprobado, ni las que faltan por aprobarse (manejo de aguas residuales).

El componente de alcantarillado del municipio de Aracataca posee una fuerte influencia externa que ha ocasionado considerables traumatismos a la programación inicial del proyecto, como es la consecución de permisos que se han ido adquiriendo paulatinamente y a la postre han causado demoras para la ejecución del contrato.

Así mismo, debido a que no se cuenta con todos los permisos, aunque en estos momentos se puedan reiniciar las obras, lo que se genera entonces es la construcción parcial de un colector integral que a la fecha tiene un número de tramos que no garantiza la ejecución continua de las obras. Adicionalmente se han presentado otros inconvenientes que han generado pérdidas importantes, no solo de recursos ligados a los continuos bombeos de las aguas residuales de las zonas intervenidas, si no de tiempo valioso en la ejecución del proyecto.

Se intervino el colector secundario debido a una acción de cumplimiento judicial. Lo cual genero verdaderos traumatismos al proyecto, ya que inicialmente se contaba con una infraestructura para la intervención del colector principal, el cual es de mucho más diámetro y presenta condiciones técnicas diferentes.

Se iniciaron las labores en una zona que no se había proyectado inicialmente, ya que por razones técnicas establecidas con anterioridad se determinó que el inicio de la obra debía ser desde aguas abajo del colector principal (desde la EBAR) y de esa forma el manejo de las aguas residuales del municipio se efectuaría de una manera mucho más controlada y por menor tiempo, ya que no se tendrían que generar costos operacionales no previstos puesto que la construcción dejaría un

Contractual mayo 2010	Contractual diciembre 2010	Balance	Ejecutado hasta acta 22	Ejecutado por cobrar	Total ejecutado	Por ejecutar
\$ 2,396	\$ 2,802	\$ 3,770	\$ 906	\$ 273	\$ 1,178 42%	\$ 1,624

* cifras en millones

• Municipio De Difícil:

- Acueducto: Dentro de este componente se tiene contractualmente la ejecución de \$ 209 millones que comprenden la instalación de válvulas, macro medidores, ampliaciones de las redes y empalmes de las redes existentes.

Imagen 11: Estado actual de las obras: Acueducto Municipio de Ariguani.



Dentro de este componente ya se ha ejecutado la instalación y/o remplazo de tuberías y extensiones en lugares donde se contemplaban, y se tiene un stock del 90% de los materiales restantes, se está a la espera de la llegada de los macro medidores y algunas válvulas para ejecutar las obras que implican intervención directa sobre la red que hoy se encuentra en funcionamiento.

Dentro del monto que se está contemplando como ejecutado por cobrar se incluyeron aproximadamente \$ 134 millones que corresponden a los accesorios que ya están en obra y los que cuentan con orden de compra.

Tabla 12: Balance Actual de las obras: Acueducto Municipio de Ariguani.

Contractual mayo 2010	Contractual diciembre 2010	Balance	Ejecutado hasta acta 22	Ejecutado por cobrar	Total ejecutado	Por ejecutar
\$ 268	\$ 209	\$ 208	\$ 0	\$ 144	\$ 144 69%	\$ 64

* cifras en millones

- Conducciones: Dentro de los valores correspondientes a las diferentes cantidades de obra oficiales que se han manejado en el contrato, se han realizado los siguientes ajustes al presupuesto:

Tabla 13: Balance Actual de las obras: Variaciones del presupuesto Conducciones Municipio de Ariguani Nueva Granada.

Conducciones	Contrato Original	Contractual mayo 2010	Contractual diciembre 2010
EBAP3-Golero	\$ 4,335	\$ 4,579	\$ 4,313
Golero-Nueva Granada	\$ 7,327	\$ 7,927	\$ 7,932
Total	\$ 11,662	\$ 12,506	\$ 12,244

* cifras en millones

Dada la complejidad del paso por la cabecera municipal de Difícil, con una ocupación paralela a la vía cuya berma y derecho de vía se encuentra totalmente invadidos por viviendas y en especial por el sector comercial, según aprobación de la contratante se ha estipulado el cambio de la ruta por la cual se instalará la conducción de 12" en el tramo del tanque el Golero al municipio de Nueva Granada. En este orden de ideas se proyectaron tres posibles alternativas las cuales consistían en:

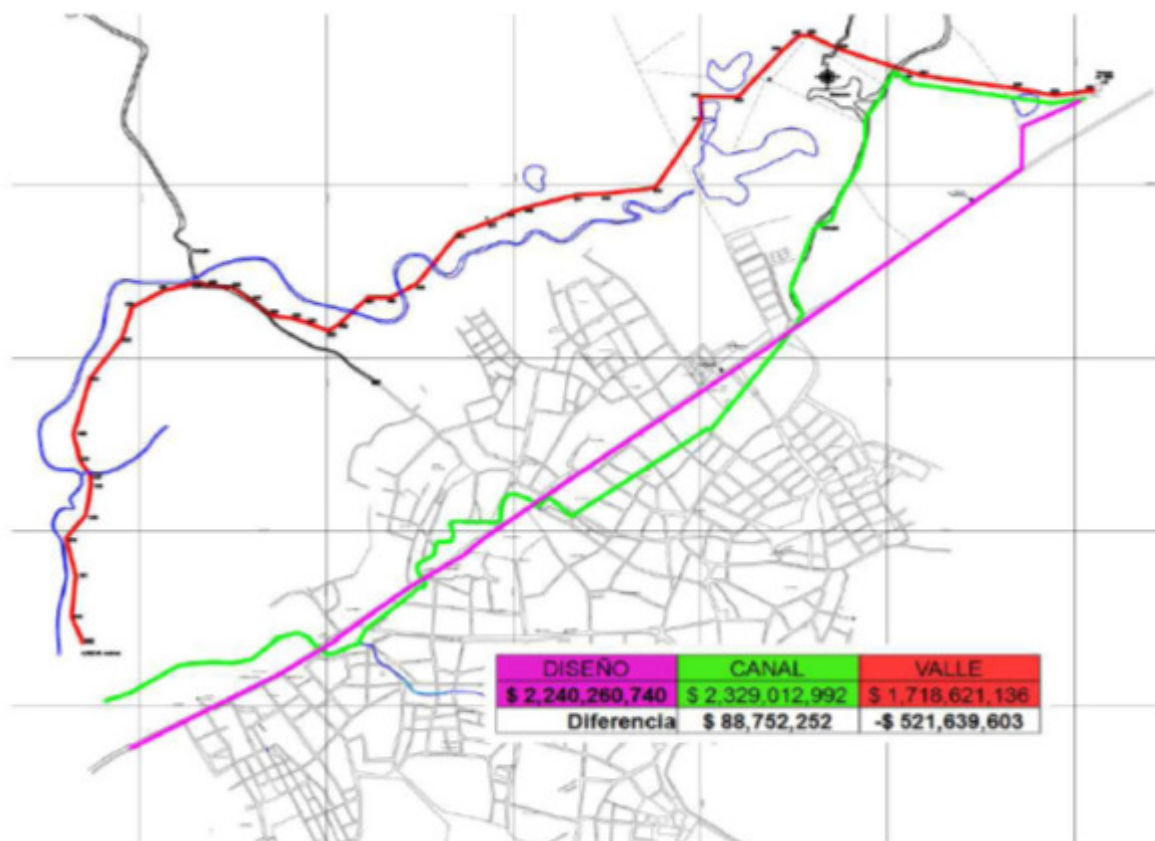
- Diseño, ocupación paralela de la vía nacional y reconstrucción de elementos y estructuras viales afectadas.
- Canal, desvío por calles secundarias del municipio e instalación de tuberías con cerchas y anclajes en el canal colector de aguas lluvias.
- Valle, desvió por valle de la montaña que circunda al municipio.

Bajo las respectivas condiciones técnicas, las posibles dificultades de construcción y teniendo en cuenta un balance económico de pre factibilidad se selecciono la tercera opción, a la cual se le realizaría el respectivo levantamiento topográfico detallado para el cálculo de las cantidades y/o presupuesto con acompañamiento e intervención de la Interventoria para entregar una propuesta conjunta, para que el tiempo de revisión y aprobación sea menor.

Aunque no es una responsabilidad contractual, ARM ha realizado todos los esfuerzos que han sido necesarios con el fin de poder constituir todas las servidumbres que se requieren, pero esta situación está afectando cada vez más el normal desarrollo del proyecto, por ejemplo, en estos momentos, debido al cambio del trazado de la conducción Golero – Nueva Granada, se debe ampliar el contrato de la profesional en derecho que fue vinculada para que se dedicara de tiempo completo a la consecución de toda la información de cada uno de los predios y a la posterior constitución de las servidumbres, ya que se deben establecer los propietarios de los nuevos terrenos por los cuales se instalará la

tubería y conseguir las nuevas servidumbres, además de las que ya se tienen plenamente identificadas pero no ha sido posible obtener por diferentes motivos.

Imagen 12: Estado actual de las obras: Conducciones Municipio de Ariguani y Nueva Granada.



A la fecha se ha constituido el 70% de las servidumbres necesarias para instalar la tubería contemplada contractualmente, y el 30% restante ha resultado complicado de formalizar. El balance de ejecución de obra, considerando la tubería instalada por legalizar, arroja una ejecución financiera del 52%.

Tabla 14: Balance Actual de las obras: Conducciones de Ariguani y Nueva Granada.

Conducciones	Contractual mayo 2010	Contractual diciembre 2010	Ejecutado hasta acta 22	Ejecutado por cobrar	Total ejecutado		Por ejecutar
EBAP3-Golero	\$ 4,313	\$ 4,313	\$ 2,475	\$ 19	\$ 2,493	58%	\$ 1,819
Golero-Nueva Granada	\$ 7,932	\$ 8,230	\$ 3,724	\$ 272	\$ 3,997	49%	\$ 3,935
Total	\$ 12,244	\$ 12,543	\$ 6,199	\$ 291	\$ 6,490	52%	\$ 5,754

* cifras en millones

- Alcantarillado

Foto 5: Excavaciones Municipio de Ariguani



Teniendo en cuenta diferentes factores que se presentaron en el municipio de Difícil, como que debido a las condiciones geológicas de la zona el suelo está conformado por un material que en su estado natural posee una consolidación, dureza y resistencia a la penetración que llevó a su clasificación en campo como una roca, y a que desde un principio se estableció que era necesario hacer adiciones en otros componentes del contrato, se tomó la decisión de realizar un ajuste en las cantidades de obra a ejecutar en el alcantarillado de Difícil de modo tal que los avance de obra contemplados respondieran a la realidad encontrada en campo, optimizando además los recursos del proyecto.

De este modo se estableció un balance en el que, de los \$ 2,519 millones contemplados inicialmente, se ejecutarán \$ 1,378 tal como se puede observar en el balance que se encuentra anexo a este informe. Es decir que el presupuesto se recortó en \$1.140 millones aproximadamente.

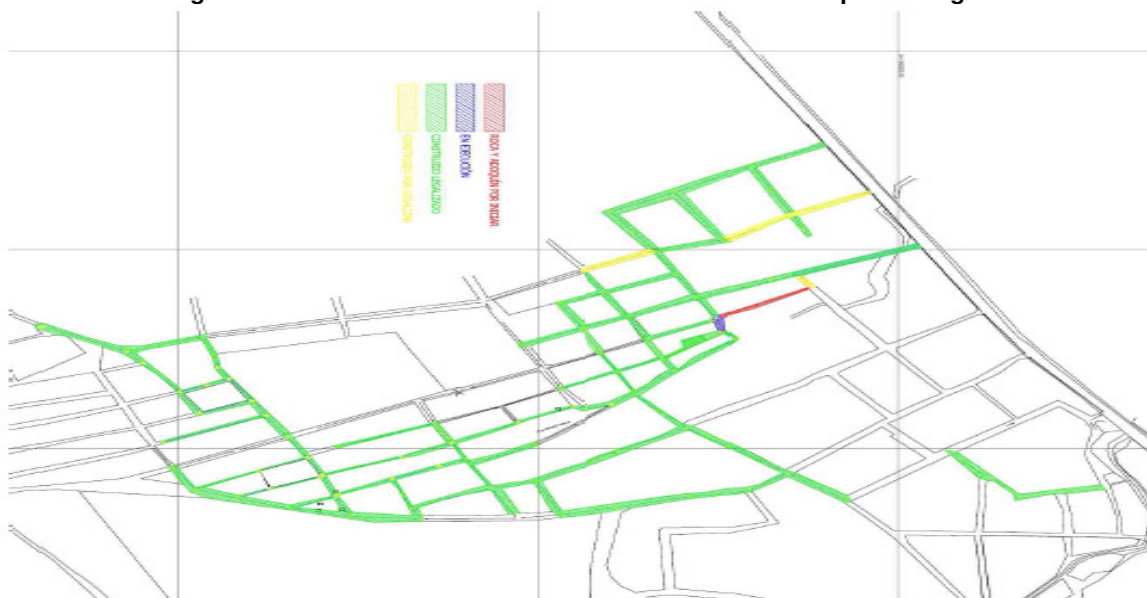
Tabla 15: Balance Actual de las obras: Alcantarillado Municipio de Ariguani.

Contractual mayo 2010	Contractual diciembre 2010	Balance	Ejecutado hasta acta 22	Ejecutado por cobrar	Total ejecutado	Por ejecutar
\$ 2,518	\$ 2,519	\$ 1,378	\$ 1,173	\$ 116	\$ 1,289	94%

* cifras en millones

En las actividades del alcantarillado de Ariguani, teniendo en cuenta el acumulado del acta 22 y el recorte aprobado y conciliado con la Interventoria al momento del reinicio de las obras estos momentos se tiene una ejecución financiera del 94%.

Imagen 13: Estado actual de las obras: Alcantarillado Municipio de Ariguani.



En el avance físico de la obra, en este momento se está interviniendo un ramo de dos faltantes donde las condiciones del terreno generan un gasto de tiempo y recursos considerables, ya que la aparición de mantos rocosos ha hecho muy lenta la fractura y posterior demolición de dichas rocas, afectando evidentemente el rendimiento y la programación de obra. Como medida de contingencia se han implementado herramientas y aditivos que ayuden a la fractura del manto rocoso como son un martillo roto percutor IR BJ 40 y la aplicación de cemento expansivo, el cual posee propiedades que permiten que la roca sufra roturas dentro de su estructura y luego con la acción de los martillos demoledores se logre retirar por completo.

- **Componente Electromecánico:** Este componente ha sufrido grandes variaciones con respecto a las cantidades contempladas en el contrato original según se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 16: Balance Actual de las obras: Electromecánico Municipio de Ariguani.

POI Electromecánico	Contrato Original	Contractual mayo 2010	Contractual diciembre 2010
Ariguaní Acueducto - Construcción Pozos 3	\$ 1,051	\$ 0	\$ 0
Ariguaní Acueducto - Optimización Pozos 1 y 2	\$ 0	\$ 809	\$ 1,198
Ariguaní Acueducto - Optimización EBAP 2	\$ 414	\$ 1,287	\$ 1,396
Ariguaní Acueducto - Optimización EBAP 3	\$ 398	\$ 1,028	\$ 1,528
Total	\$ 1,863	\$ 3,124	\$ 4,122

* cifras en millones

• Municipio De Nueva Granada:

- Acueducto: Debido a que en el verdadero impacto en el servicio de acueducto en municipio de Nueva Granada se va a ver reflejado cuando se terminen las obras de las conducciones, las cuales dependen de las servidumbres, se tomó la decisión de eliminar este componente para evitar generar falsas expectativas a la comunidad.

Tabla 17: Balance Actual de las obras: Acueducto Municipio de Nueva Granada.

Contrato Original	Contractual mayo 2010	Contractual diciembre 2010
\$ 133	\$ 170	\$ 0

* cifras en millones

- Alcantarillado: Debido a que en un principio se cumplió el alcance financiero del proyecto de alcantarillado del municipio de Nueva Granada antes de alcanzar las cantidades contractuales, durante la estructuración del acta modificatoria se incluyeron las actividades faltantes para completar las redes contempladas inicialmente, por un monto de \$ 131 millones. Según un primer balance realizado este presupuesto se elevará en al menos \$ 2 millones.

Tabla 18: Balance Actual de las obras: Alcantarillado Municipio de Nueva Granada

Contractual mayo 2010	Contractual diciembre 2010	Balance	Ejecutado hasta acta 22	Ejecutado por cobrar	Total ejecutado	Por ejecutar
\$ 1,148	\$ 1,279	\$ 1,281	\$ 1,176	\$ 0	\$ 1,176	92%

* cifras en millones

En la primer etapa de ejecución de redes de alcantarillado se alcanzo un 102% del monto que se tenía contemplado inicialmente, notándose unos sobrecostos

evidentes, especialmente en los rellenos, los cuales generaron un sobre costo de más de \$ 177 millones, sobre todo cuando se debe tener en cuenta que en domiciliarias solo se alcanzo el 95% y en cuanto a metros de tubería instalada se llegó al 83%.

Suponemos que esto se debe a un primer recorte físico que se hizo antes de la cesión, en el que se sacaron las redes que aparecen resaltadas en rojo en la siguiente figura.

Imagen 14: Estado actual de las obras: Alcantarillado Municipio de Nueva Granada.



- Electromecánico: Dentro de las cantidades de obras contempladas inicialmente estaba incluida la optimización del tanque elevado existente, pero en las diferentes variaciones que ha tenido el contrato este componente fue excluido.

Tabla 19: Balance Actual de las obras: Electromecánico Municipio de Nueva Granada.

Contrato Original	Contractual mayo 2010	Contractual diciembre 2010
\$ 18	\$ 0	\$ 0

* cifras en millones

- **Municipio De Plato:**

- Acueducto: Inicialmente el presupuesto de acueducto ascendía a los \$ 257 millones y constaba de la instalación de 1.500 metros en tubería PVC 3" y 845 domiciliarias, siendo estos los ítems más representativos.

Al momento en que ARM reinicia las obras correspondientes a la ejecución de empalmes e instalación de las redes hidráulicas y a la instalación de las acometidas domiciliarias, se generó un balance de cantidades de obra obteniendo tan solo 1,466 metros de tubería y 207 domiciliarias. Esta nueva cantidad de domiciliarias correspondía a la instalación de las mismas únicamente sobre las redes nuevas instaladas, incluyendo linderos o lotes claramente definidos por los cimientos de viviendas aún no construidas, situación que fue manifestada en comité de obra, concluyéndose no instalar domiciliarias en los predios no construidos.

Posterior a esto se detectó la necesidad de hacer una nueva extensión de redes, de aproximadamente 150 metros de tubería de 3" a la cual se conectarían solo nueve predios esto se hizo por solicitud de la comunidad y con el objeto de evitar daños a corto plazo, por posibles conexiones fraudulentas por parte de los moradores de los nueve predios en mención, las cuales normalmente se realizan sin las medidas técnicas necesarias, afectando el funcionamiento de toda la red.

El presupuesto del monto contractual, tuvo un ahorro significativo del 56% (144 millones) puesto que no se ejecutaron ítems, ni medida y pago por los rellenos con material seleccionado de cantera, ni relleno con arenas limpias como parte de cimentación de las tuberías, y además hubo una reducción en unidades de domiciliarias instaladas (145 domiciliarias en total).

El 7 de septiembre de 2010, se realizaron los apiques pertinentes para identificar las longitudes de tuberías necesarias para los empalmes, e identificar los accesorios necesarios (tees, codos, uniones de reparación, etc.), para hacer los respectivos cierres de circuitos.

Foto 6: Redes de Acueducto Municipio Plato



Tabla 20: Balance Actual de las obras: Acueducto Municipio de Plato.

Contractual mayo 2010	Contractual diciembre 2010	Balance	Ejecutado hasta acta 22	Ejecutado por cobrar	Total ejecutado	Por ejecutar
\$ 257	\$ 257	\$ 113	\$ 96	\$ 7	\$ 102 90%	\$ 11

* cifras en millones

- Alcantarillado:
- Inconvenientes de Diseño: Aunque el Plan Maestro del Municipio de Plato es los suficientemente claro al indicar: *“Debido a que el Municipio de Plato presenta problemas de inundación en épocas de invierno, en sectores ya identificados, se decidió dividir el sistema en dos cuencas Norte (zona no inundable) y Sur (zona inundable) independientes una de la otra, y sólo interconectadas por un bombeo desde la cuenca Sur a la Norte, evitando así que en momentos de inundación se presenten inconvenientes en la red de alcantarillado de todo el Municipio, es decir que aunque puede presentarse que la zona Sur se inunde y salga de funcionamiento el alcantarillado de manera temporal, la zona Norte seguirá trabajando independientemente.”*Y así mismo en la modelación hidráulica del alcantarillado de Plato en SewerCad se evidencia dicha independencia hidráulica según se puede observar la siguiente figura (las redes verdes pertenecen a la Zona Norte y las rojas a la Zona Sur).

Imagen 15: Distribución de sectores: Alcantarillado Municipio de Plato.



Las redes verdes pertenecen a la Zona Norte y las rojas a la Zona Sur

Sin embargo, tal como se ha evidenciado en obra con la Interventoria de Campo, las redes que fueron priorizadas no pertenecen a una misma zona y por lo tanto, considerando que solo se priorizó el colector de la Zona Sur, es necesario establecer cuál será el procedimiento que se llevará a cabo para garantizar el funcionamiento hidráulico de todas las redes que se están ejecutando, ya que, según se puede observar en la siguiente figura, las redes de la Zona Norte no tienen definido un punto de vertimiento ya que no están conectadas al colector sur en ejecución.

Imagen 16: Sectores en construcción sobre sectores de diseño: Alcantarillado Municipio de Plato.



Las redes verdes pertenecen a la Zona Norte y las rojas a la Zona Sur, y lo azul fue lo priorizado

- Condiciones del Terreno: Para mediados del mes de julio de 2010, el proceso de instalación de colector se tornaba bastante complicado, debido a la combinación de factores tales como el alto nivel freático, las profundidades de excavación de más de cinco metros, la inestabilidad del terreno y el poco ancho de zanja de excavación, entre otros.

La combinación de los factores antes mencionados, sumados a las fuertes lluvias que constantemente caían sobre el municipio, habían saturado el terreno, lo que ocasiono derrumbes con bastante periodicidad y retrasos considerables a la ejecución de las obras.

Los constantes derrumbes y el alto nivel de aguas freáticas ocasionaron, que muchos de los días laborados, muy a pesar de realizar excavaciones para la instalación, se del colector perdieran y en la misma medida nos generaron sobre costos en muchas horas maquina y horas hombre, sin dejar de mencionar el alto riesgo de accidentalidad que esto generaba para el personal.

Para tratar de contener los derrumbes, se implementó desde el inicio de las obras entibado de tipo metálico, pero por el peso propio del material de las paredes de excavación, sumado al material excavado puesto en las orillas de la zanja, aumentado todo con un alto grado de saturación de aguas lluvias y freáticas, hacían que el entibado no fuera suficiente como equipo de protección, razón por lo cual, se cambió por un entibado con mayor capacidad de protección.

Desde mediados del pasado mes de julio de 2010, las lluvias arreciaron, con precipitaciones casi diarias, lo que sumado al aumento del nivel del rio Magdalena, provoco que el nivel freático de las excavaciones y el caudal de estas aguas también aumentara.

Desafortunadamente el 4 de diciembre de 2010 se presentó una falla en el muro de contención, ocasionando la inundación de gran parte de las obras. Sin embargo es importante resaltar que los niveles freáticos se vieron seriamente afectados desde mucho antes de que ocurriera la inundación, y por más que se empleaban varios equipos de bombeo simultáneamente no era posible abatirlos.

Foto 7: Nivel freático excavaciones Municipio Plato



Aunque la inundación presentada en diciembre de 2010 descendió por completo, el suelo seguía saturado imposibilitando la entrada inmediata de la maquinaria, lo cual demoro el reinicio de obras ya que las primeras actividades que debían adelantarse consistían en la recuperación de los entibados y las formaleas que quedaron sumergidos, para lo cual era indispensable el ingreso de la maquinaria.

Hoy en día, aunque han mejorado las condiciones de acceso para la maquinaria se siguen presentando tramos críticos en los que las corrientes de agua subterránea han afectado la ejecución de obra.

Para entender mejor los recortes y balances que se han realizado en el alcantarillado de Plato a continuación se hace un resumen gráfico y financiero.

El primer valor del contrato contemplaba la construcción de todas las redes que se pueden observar en la siguiente figura, pero por algún motivo, antes de la cesión, se realizó un primer recorte físico y financiero, eliminando la zona que aparece sombreada en rojo, y determinaron que el valor del contrato era de \$3.999.809.254, es decir, aproximadamente \$4.000 millones.

Imagen 17: Sector inicial a intervenir: Alcantarillado Municipio de Plato.



Las obras de redes de alcantarillado del municipio de Plato, según el primer recorte, inicialmente constaban de la instalación de 13.1 kilómetros de tuberías en diámetros que se encontraban entre las 8" y las 20".

Cuando ARM inició obras, se evidenció que el monto contractual no era suficiente para ejecutar todas las cantidades de obra, por tanto, en compañía de la interventoria, se generaron una serie de balances para determinar el alcance del presupuesto.

Hubo un primer balance que arrojó un valor 1,27 veces mayor que el monto contractual, razón por la cual de acuerdo con las instrucciones de la contratante y la interventoria se procedió a hacer una priorización de obras, en la cual se recortaron todas las actividades que fueron necesarias para poder cumplir con el alcance financiero del proyecto lo señalado en rojo en la siguiente figura.

Imagen 18: Sector a intervenir después de recortes: Alcantarillado Municipio de Plato.



Adicional a los 273 metros de tubería que se recortaron, se disminuyó a 648 el número de acometidas, pero sin embargo, hoy por hoy esa propuesta tiene un presupuesto de \$ 4,099 millones aproximadamente. La decisión de la interventoria se basó en establecer que prácticamente se dejarían solo las acometidas que ya se encontraban ejecutadas en los tramos que ya se encontraban intervenidos y

solo se incluirían las acometidas de los tramos que faltaban por ejecutar. Sin embargo, considerando que se debía ejecutar todo el colector, se realizó un balance adicional que incluyera la tubería que se había sacado en el balance anterior más la tubería necesaria para terminar las obras de los planos contractuales, y 36 domiciliarias, obteniendo un valor aproximado de \$ 4,901 millones, cuya diferencia con respecto al valor contractual se supone que corresponde a la adición que en diferentes escenarios se ha expresado se va a hacer en el municipio de Plato.

Sin embargo, considerando las condiciones reales de la obra donde, por las profundidades de las excavaciones, evidentemente era necesario contemplar un sobre ancho, se le planteo un balance a la interventoria de campo que se tenía en ese momento, en el que se consideraron las terrazas necesarias para encajar la máquina, adicionando esas cantidades al balance de los \$ 4,901 millones. Dicho presupuesto asciende aproximadamente a \$ 5,093 millones, esto sin contar que aún harían falta aproximadamente 521 domiciliarias de las 1,205 contempladas contractualmente. Situación que a todas luces afectaría la meta de cobertura del proyecto, puesto que estas 521 domiciliarias representan aproximadamente un 6.3% de cobertura en el municipio.

Considerando la afectación expuesta anteriormente se realizó un balance contemplando el mismo escenario que el presupuesto de \$4,901 millones pero incluyendo las domiciliarias, con lo cual se obtuvo que el valor ascendería a los \$5,681 millones, pero así mismo, en aras de tener un panorama más cercano a la realidad, se proyectó ese mismo balance, pero teniendo en cuenta las excavaciones adicionales que se van a presentar debido a las profundidades que se manejarán en la construcción del colector, con lo que se estableció que para poder ejecutar todas las obras de alcantarillado en el municipio de Plato deberían contemplarse alrededor de \$ 5,872 millones.

Sin embargo, considerando que existe un monto contractual que se debe respetar, la única forma de terminar las actividades principales que fueron contempladas en la priorización, es excluir (mientras se define la adición) las obras correspondiente a los empalmes del colector norte con el colector sur.

Resumiendo los diferentes balances del alcantarillado del municipio de Plato se tienen los siguientes escenarios:

Tabla 21: Balance Actual de las obras: Variaciones en el presupuesto Alcantarillado Municipio de Plato.

Situación Contemplada	Valor	Diferencia con contractual
Contractual	\$ 3,999,809,254	-
Balance inicial	\$ 4,099,380,457	\$99,571,203
Balance recortando conexión colector norte con colector sur	\$ 3,938,546,489	\$ -81,262,765
Con adición de colector, sin domiciliarias	\$ 4,901,211,382	\$901,402,128
Con adición de colector, sin domiciliarias, con sobreancho	\$ 5,092,635,021	\$1,092,825,767
Con adición de colector con domiciliarias, sin sobreancho	\$ 5,680,951,255	\$1,681,142,001
Con adición de colector con domiciliarias, con sobreancho	\$ 5,872,374,893	\$1,872,565,639

Vale la pena aclarar que los balances de priorización de obra se hicieron conjuntamente con la interventoría de campo, y que aunque se supone que se tiene claramente establecido el recorte de obra, esto no se ha dejado por sentado en las cantidades contractuales, tanto es así que en las cantidades que se encuentran contempladas hoy en día se siguen teniendo 1.205 domiciliarias, 13.1 kilómetros de tuberías, y sobretodo unos rellenos que no existen y a la fecha han superado su programación financiera en más de \$610 millones, esto sin contar con los entibados metálicos cuyos valores ejecutados superan los contractuales en más de \$580 millones.

Evidentemente la falta de definición de un verdadero alcance contractual ha generado una serie de inconvenientes para ARM, no solo en el municipio de Plato, si no en otros municipios como Aracataca, en los que también se compraron todos los metros lineales de tuberías que indica el contrato que se van a ejecutar, pero que a todas luces, según los balances realizados, sin una adición no será posible instalar.

Todo lo anterior sin contar que en el municipio de Plato el anterior contratista dejó una serie de obras inconclusas que nos ha tocado terminar y reparar, supuestamente para recuperar dicha inversión. Decimos supuestamente porque, considerando que las actividades de excavaciones y rellenos fueron pagadas al anterior contratista, ha quedado demostrado que es más el dinero que se invierte en realizar empalmes y arreglos, que lo que nos pagan, puesto que en la mayoría de los casos solo nos reconocen el ítem de la tubería, o así había venido siendo.

Por ejemplo, existen tramos en los que aparecen pagos en la totalidad de la longitud las excavaciones y los rellenos, pero en realidad la tubería fue instalada parcialmente e inclusive ha habido ocasiones en los que no existe la tubería.

Según los balances realizados, hasta el momento en la “recuperación” de obras se han ejecutado actividades por alrededor de \$37.5 millones, de los cuales solo se nos han reconocido \$8.9 millones, situación que es alarmante porque evidentemente se sigue pretendiendo que se hagan inversiones en horas máquina y personal realizando actividades que no serán efectivamente reconocidas.

Así mismo, dentro de los balances que se tienen, se calcula que para realizar los arreglos que hacen falta se deberán ejecutar actividades por \$ 42.5 millones aproximadamente, para “recuperar” \$27.7 millones, es decir que se estarían perdiendo más de \$ 14 millones.

Todo lo anterior, incluyendo los balances de obra, se ha analizado a la luz de las instrucciones impartidas por la anterior interventoría de campo, puesto que en estos momentos se está poniendo como condicional que se ejecuten las domiciliarias que fueron sacadas del presupuesto para el pago de los tramos contruidos, las cuales ascienden aproximadamente a los \$220 millones, por fuera del monto contractual.

Situación que evidentemente afecta el flujo de caja ya que no ha sido posible cobrar unos tramos que se supone están listos para ser cobrados una vez se realizaran los empalmes. Se aclara que ninguno de los sobrecostos que se presentarán por los empalmes fueron incluidos dentro de los balances realizados, así tampoco se consideró el pavimento de El Galán, lo cual quiere decir que el valor del proyecto será aún mayor.

Se le dio inicio a las obras de alcantarillado en el municipio de Plato el día 10 de mayo de 2010 con replanteo y apiques en busca de identificar las actividades realizadas con anterioridad, y trasladar los BM a la zona de obras.

Las actividades de replanteo se llevaron a cabo entre las fechas 10 de mayo y 4 de junio de 2010, los principales inconvenientes fueron las lluvias presentadas y el gran número de apiques que fueron necesarios, para identificar acometidas domiciliarias, cajillas, manholes y demás obras existentes de las cuales no se tenía información previa.

Simultáneamente con las actividades de replanteo el día 2 de junio se iniciaron las actividades de construcción de manholes, con el pozo 1072 en el barrio El Galán, en el que, por ejemplo, una vez realizada la excavación fue necesario suspender la fundida, debido a que se evidenció un cambio de cota en los colectores que llegaban a dicho pozo respecto a los diseños originales. Fue necesario realizar excavación de los pozos contiguos, para definir hacia donde evacuaba el flujo y de esta forma se pudo superar el inconveniente (todo esto a costo del constructor).

El día 5 de junio de 2010, se inició con las actividades de instalación de colector en el tramo 948 – 943, aunque la actividad de instalación como tal, no presentó inconveniente, el relleno compactado de la misma sí; pues el terreno presentó características arcillosas con algún grado de saturación, siendo de consistencia muy similar a una plastilina, lo que imposibilitó la compactación con canguro, fue necesario compactar con la cuchara de la maquina, y nivelar nuevamente el terreno cada vez que llovía, pues se presentaban asentamientos del suelo con la presencia de aguas pluviales.

El día 23 de junio de 2010, debido a la profundidad de excavación para la instalación de colector se le solicitó a la interventoria por medio de la bitácora de obras, tuviera en cuenta lo establecido en las especificaciones técnicas cuando las profundidades de excavación superan los 3 metros, “cuando sea necesarios realizar excavaciones a profundidades mayores a 3m o por condiciones especiales del terreno de la obra a ejecutar el ancho de la brecha será definido por el contratante de la construcción y/o la interventoria técnica...”, sin que se recibiera una respuesta oficial, aunque en todo momento se nos indicaba en campo, y en los cortes parciales de obra, que solo se nos reconocerán los anchos de excavación establecidos en las especificaciones técnicas sin importar la profundidad.

Durante el proceso de realización de empalmes de tuberías instaladas con los manholes fabricados por el anterior operador, se pudieron detectar diversos manholes que no cumplían con la cota de diseño, razón por la cual fue necesario demolerlos y llevarlos a la cota correcta, este tipo de inconvenientes produjo retrasos mayores al desarrollo normal de las actividades.

Además de las brevemente resumidas en los párrafos anteriores, se presentaron en obra muchas otras situaciones que evidentemente afectaron el desarrollo de las actividades programadas, ya que por ejemplo, la sola actividad de empalmes y correcciones de tramos a medio instalar por el anterior contratista implican unas actividades dispendiosas que ocupan recursos importantes de la obra, como lo es la maquinaria.

Como es sabido por todos, el día cuatro de diciembre, se presentó la inundación en el casco urbano del municipio debido a que falló el muro de contención del río Magdalena, esta catástrofe afectó en un 80% la zona de ejecución de obra. A esa fecha se había alcanzado una ejecución de aproximadamente \$ 3.800 millones, faltando aproximadamente \$ 200 para terminar la obra.

Tabla 22: Balance Actual de las obras: Alcantarillado Municipio de Plato.

Contractual mayo 2010	Contractual diciembre 2010	Balance	Alcance	Ejecutado hasta acta 22	Ejecutado por cobrar	Total ejecutado	Por ejecutar
\$ 4,000	\$ 4,000	\$ 5,872	\$ 3,939	\$ 3,809	\$ 184	\$ 3,794 96%	\$ 145

* cifras en millones

- **Componente Electromecánico:** Al igual que en el municipio de Ariguani este municipio sufrió grandes variaciones en cuanto a los componentes de las obras electromecánicas proyectadas tal como se observa continuación:

Tabla 23: Balance Actual de las obras: Variaciones de presupuesto Electromecánico Municipio de Plato.

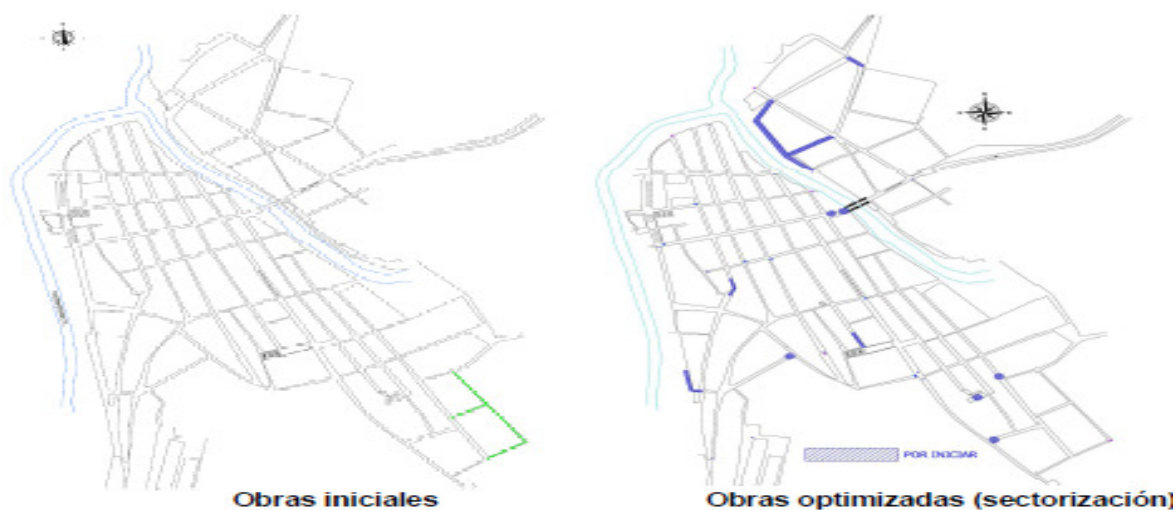
POI Electromecánico	Contrato Original	Contractual mayo 2010	Contractual diciembre 2010
Plato Acueducto - Captación	\$ 352	\$ 0	\$ 0
Plato Acueducto - Optimización EBAP La Victoria	\$ 238	\$ 507	\$ 541
Plato Acueducto - Optimización PTAP	\$ 617	\$ 805	\$ 0
Plato Acueducto - Tanque Las Mercedes	\$ 43	\$ 61	\$ 77
Plato Alcantarillado - EBAR Sur	\$ 1,558	\$ 0	\$ 0
Total	\$ 2,808	\$ 1,373	\$ 617

* cifras en millones

- **Municipio De Cerro De San Antonio:**

- Acueducto: Según las cantidades de obras contempladas inicialmente para el acueducto del municipio de Cerro de San Antonio la inversión a realizar ascendía a los \$ 58 millones, pero según una sectorización que se realizó, la cual fue revisada y aprobada por la Gerencia Técnica del Plan Departamental, con la que se mejoraba el impacto de las obras en el municipio, el nuevo monto contractual fue \$ 88 millones.

Imagen 19: Estado actual de las obras: Acueducto Municipio de Cerro San Antonio.



Con el replanteo realizado se hizo necesario un ajuste en las cantidades de demolición de pavimento en concreto hidráulico, con lo cual se estableció un balance en \$ 91 millones.

Tabla 24: Balance Actual de las obras: Acueducto Municipio de Cerro San Antonio.

Contractual mayo 2010	Contractual diciembre 2010	Balance	Ejecutado hasta acta 22	Ejecutado por cobrar	Total ejecutado	Por ejecutar
\$ 58	\$ 88	\$ 91	\$ 0	\$ 51	\$ 51 58%	\$ 37

* cifras en millones

- Alcantarillado: Desafortunadamente la interventoria de campo con la que se contó el año pasado, durante la ejecución de las obras no le dio la importancia que se debía a todas las observaciones que se realizaron en cuanto a los problemas de diseño que se tenían en el alcantarillado que se venia adelantando, a la solicitud de cambio del material de relleno, los rediseños, y las demás consideraciones que en su debido momento se le entregaron.

Afortunadamente en estos momentos se cuenta con un nuevo personal de campo que durante la vista realizaba pudo evidenciar que efectivamente existen una serie de inconvenientes que no permiten ejecutar las Actividades tal como están contempladas en los diseños, y al hacerles la misma presentación que se adelantó en las oficinas de Aguas del Magdalena S.A. E.S.P. el 30 de julio de 2010, y hacer un recorrido por las vías que están contempladas en los planos de diseño, se constató que efectivamente debe contemplarse un rediseño que permita establecer actividades que físicamente se puedan ejecutar en las condiciones reales que existen en el municipio.

En el pasado comité la interventoria se comprometió a realizar las revisiones pertinentes al diseño de las redes de alcantarillado, contemplando la integralidad del Plan Maestro de Cerro de San Antonio, ya que las obras que se priorizaron dentro del POI 1 corresponde a los colectores principales de todo el alcantarillado del municipio, y los rediseños que se contemplen deben garantizar la funcionalidad del resto de redes del diseño que aun se van a ejecutar.

Como resultado del comité se evidenció que como quiera que la afectación se ha producido gradualmente y de manera continuada, se hace imperativo realizar un pronunciamiento formal de acuerdo a lo establecido contractualmente, unido al hecho de que la situación presentada hace imposible la ejecución del Contrato en el municipio de Cerro de San Antonio en lo referente al desarrollo de obras de alcantarillado por motivos ajenos a nuestra voluntad, por el cual, desde el pasado 7 de abril mediante oficio ARM0264-11 involucramos el procedimiento para mitigar los impactos de los eventos catalogados como Fuerza Mayor o Caso Fortuito, solicitando adicionalmente y de manera formal, se procederá a la suspensión de las obras de alcantarillado en el municipio de Cerro de San Antonio, hasta tanto no se cuente con un diseño que esté acorde a las condiciones reales del municipio y así procurar por un correcto desarrollo y un equilibrio económico contractual.

A la fecha se cuenta con el siguiente balance:

Tabla 25: Balance Actual de las obras: Alcantarillado Municipio de Cerro San Antonio.

Contractual mayo 2010	Contractual diciembre 2010	Balance	Ejecutado hasta acta 22	Ejecutado por cobrar	Total ejecutado		Por ejecutar
\$ 916	\$ 916	\$ 1,151	\$ 178	\$ 54	\$ 232	25%	\$ 684

* cifras en millones

- Condiciones del Terreno: Las condiciones presentadas en campo y el tipo de material presente, han dificultado la actividad de excavación, puesto que predomina la arena limosa que junto con el alto nivel freático hace el terreno muy inestable para la operación e instalación del entibado propuesto por las especificaciones, correspondiente al tipo IV, combinado de madera y metálico (correas o perfiles horizontales de acero). El material se filtra con gran facilidad, a través del espaciamiento, dejado entre los elementos apuntalados de madera.

Por otro lado, está el ancho de excavación ara tuberías de 8", que de acuerdo a las especificaciones debe ser de 0,60 metros, y con la interventoria de campo no fue posible conciliar un sobre ancho que proporcione comodidad, para el personal instalador y brinde algo de seguridad teniendo en cuenta la profundidad promedio de excavación para llegar a la cota de instalación (4,20 metros).

Foto 8: Nivel freático excavaciones Municipio Cerro San Antonio



En la mayoría de los tramos pendientes por instalar, el ancho entre el paramento de las viviendas, es de escasamente de 2,5 3,5 metros, dificultando aun más la actividad de excavación, esto sin mencionar las infraestructuras de redes existentes, tales como energía y de acueducto, esta última teniendo que ser desinstalada y reubicada, para lograr la instalación de la tubería de alcantarillado.

En los tramos ya instalados bajo esta condición, en lo concierne la disposición del material de excavación, se tuvo que depositar en algunos patios y frentes de viviendas, causando daños a paredes, portones, andenes, etc., todos estos reparados por cuenta del constructor.

Foto 9: Vías angostas para excavaciones a 5m de profundidad Municipio Cerro San Antonio



La presencia de los altos niveles de aguas freáticas en los suelos y sub suelos del municipio lógicamente hacen que el material retirado, producto de las excavaciones, se encuentre totalmente saturado creando la imposibilidad de ser implementados nuevamente como material de relleno, al que hay que garantizar una adecuada compactación que a su vez brinde estabilidad a las vías intervenidas.

Resulta muy dispendioso, lograr dicha estabilidad debido al alto grado de saturación del relleno, que tiende a formar lodazales durante la actividad de compactación. A parte, lograr una buena apariencia de la rasante de la vía, no es tarea fácil debido a la gran cantidad de grumos de material, generando el

descontento y muchas quejas por parte de la comunidad moradora de los sectores intervenidos.

Foto 10: Excavaciones inestables Municipio Cerro San Antonio



Sumado a los factores arriba mencionados, se encuentra la aparición de lechos rocosos en el fondo de las excavaciones o zanjas, que presentan una alta resistencia a la demolición para lograr bajar a las cotas de instalación. Las vibraciones que generan estas demoliciones, alcanzan los niveles de cimentación de las viviendas aledañas provocando el descontento e inconformidad por parte de los moradores, situación que es casi imposible de evitar.

Según la última visita de campo la interventoria pudo evidenciar que efectivamente existen problemas de diseño que no permiten una correcta ejecución de las obras debido a las angostas que son la mayoría de las vías del municipio, sobre todo en el sector en el que se pretende construir los colectores principales. El compromiso de la interventoria era realizar una verificación del diseño, pero hasta la fecha no contamos con un direccionamiento que permita establecer cuál será la nueva información que se debe usar (planos, cantidades de obra, etc.) para así poder hacer una verdadera programación de obra.

5.6. BALANCE GENERAL ACTUAL

Tabla 26: Balance General Actual de las obras.

Municipio	Contrato Original	Contractual mayo 2010	Contractual diciembre 2010	Balance	Ejecutado hasta acta 22	Ejecutado por cobrar	Total ejecutado	Por ejecutar
Aracataca	\$ 2,984	\$ 2,495	\$ 2,965	\$ 3,897	\$ 995	\$ 306	\$ 1,301	33%
Ariquani	\$ 9,446	\$ 10,488	\$ 11,162	\$ 10,001	\$ 3,648	\$ 2,054	\$ 5,702	57%
Nueva Granada	\$ 8,625	\$ 9,246	\$ 9,210	\$ 9,511	\$ 4,900	\$ 272	\$ 5,172	54%
Plato	\$ 7,007	\$ 5,630	\$ 4,874	\$ 6,646	\$ 3,705	\$ 457	\$ 4,162	63%
Cerro de San Antonio	\$ 1,459	\$ 1,661	\$ 1,004	\$ 1,243	\$ 178	\$ 105	\$ 283	23%
Total	\$ 29,520	\$ 29,520	\$ 29,215	\$ 31,298	\$ 13,425	\$ 3,195	\$ 16,621	57%

* cifras en millones

5.7. SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LA EJECUCION

En cuanto a información de campo para la presente investigación solo se pudo acceder a la bitácora de obras del municipio de Plato.

De la bitácora de obras en mención se pueden resaltar los siguientes aspectos:

- Registro de la cantidad de personal obrero diario
- Registro detallado de los ingenieros diario
- Registro de maquinarias y equipos
- Registro del estado del tiempo
- No se registraron materiales, herramientas, distribución de cuadrillas, ni labores asignadas para el día
- Registro de las cantidades de obras representativas ejecutadas.
- No se registraron los procesos constructivos

De manera general se pudo apreciar el desarrollo de esta obra en particular, donde nuevamente queda en evidencia la poca o nula planeación por parte de ARM en el desarrollo de sus obras ya que como se puede apreciar en la bitácora, hay falencia en aspectos como los siguientes:

- Solo hasta después de reiniciada las obras se adelantaron actividades preliminares que eran sustanciales para la ejecución de la obra, tal como la localización y el replanteo.
- Solo hasta el 26 de mayo se tramitaron los permisos de intervenciones de vías y demás relevantes.
- El rendimiento con que se adelantaron las actividades fue sumamente bajo, por lo que se incurre en sobre costos.
- Al momento de iniciar la instalación no se contaba con las tuberías necesarias por lo que se compro a personas particulares del municipio.
- Cuando se adquirieron las tuberías, se compro tuberías de mas, es decir para zonas que no estaban autorizados a intervenir, causando sobre costos de almacenaje, celaduría y de mas, sin dejar a un lado la iliquidez que causa el tener \$ 200 millones en tuberías que no se pueden usar.
- De manera general se aprecia de reiterativamente en bitácora que los materiales llegan tarde a la obra o en el peor de los casos no llegaban, por lo cual se adelantaban actividades de poca calidad o con los materiales que no eran, para el caso de los rellenos.
- E flujo de materiales en bodega tampoco era el adecuado pues hubo parálisis en varias ocasiones por la falta de los mismos.
- En el transcurso de la obra se dieron varias parálisis por falta de pago al personal obrero.

- En primera instancia no se contaban con los equipos menores adecuados, solo llegaron bastante avanzado el tiempo de ejecución.
- La maquinaria pesada con la que se cantaba no era la adecuada para el tipo de actividades que se adelantaría razón por la cual fue necesaria cambiarla en reiteras ocasiones.
- Equipos de protección como los entibados nunca se pudieron utilizar de manera adecuada y de forma general nunca se implementaron, pues debido a la forma en que se aplicaban cuando querían ser instalados ya se habían presentado los derrumbes.

Los controles de obra que se ejercían por parte de ARM eran los siguientes:

- Bitácora de obras
- Informe semanal de obras el cual de manera general expresaba las actividades e inconvenientes presentados en el transcurso de la semana, las cantidades de obras ejecutadas de actividades representativas, una breve descripción de las actividades a realizar en la semana siguiente as cantidades e obras representativas de las mismas.
- Informe mensual de obras donde quedaba plasmando el avance del proyecto
- Informe mensual SISO donde se plasmaban las actividades de seguridad industrial que se adelantaban, charlas, capacitaciones, jornadas de vacunación, etc.
- Informe mensual IUMA donde se plasmaba las afectaciones al medio ambiente y las medidas que se implementaban para mitigar tal daño.
- Informe mensual TS, donde se plasmaban las actividades que se adelantaban con la comunidad.

De todos estos informes el único que estaba enfocado a ejercer un control sobre la obra era el informe semanal, pero se entregaba mas como un requisito que como una planeación de las actividades.

Por último hay que referirse a la cantidad de PQR's generados, lo que implicaba grandes gasto de manera constante debido el personal implementado, los materiales para las reparaciones y los demás costos administrativos que estos generan, teniendo en cuenta que estas actividades n se pueden facturar.

Cabe anotar que entre los informes que se gestionaban no aparecen controles de materiales, herramientas, frentes de obra, etc, necesarios para aun correcto enfoque del proyecto.

CONCLUSIONES

Después de analizar las consideraciones expuestas a lo largo de todo el documento es evidente que existe un serio problema de fondo en cuanto a la planeación de las obras y las condiciones de terreno que esperaron encontrar de las mismas, aun mas grave son las evidentes fallas en los diseños y la poca aplicabilidad que presentan las especificaciones técnicas del contrato a las obras en ejecución.

Comencemos a concluir estas problemáticas de las más generales a las más específicas, es decir la poca aplicabilidad de los diseños y/o planos entregados por el Contratante a la obra:

- De manera general en ninguno de los municipios en los que se adelantan obras de alcantarillado, ninguna de las redes en construcción quedara en funcionamiento debido a la carencia de colectores finales, estaciones elevadoras, lagunas de oxidación, entre otros componentes, ya que todos estos alcantarillados se construyeron de manera inversa, es decir de aguas arriba hacia aguas abajo.
- Esto ocurrió porque se apuntaron a alcanzar unas metas de cobertura en redes, desconociendo la funcionalidad de la misma.
- El otro caso a destacar en cuanto a la aplicabilidad en los diseños son las profundidades de instalación de las tuberías de alcantarillado en función del ancho de la vía, pues como se menciona en uno de los apartes del documento, para el caso específico del Municipio de Cerro de San Antonio, los volúmenes de excavación que se generan para alcanzar las cotas de instalación de la tubería son excesivos en comparación con los espacios para su almacenamiento a los lados de la vía, lo anterior no indica que estos colectores no se puedan construir, pero pondrían en riesgo la estabilidad de las viviendas, las redes eléctricas, y generaría sobrecostos, ya que el material de excavación tendría que ser evacuado permanentemente en volteos hasta puntos de acopio.

En cuanto a la aplicabilidad de las especificaciones técnicas del contrato, no se tuvieron en cuenta las condiciones que cada obra en particular, y no es atrevido decir que de ninguna de las obras, ya que las mismas son incoherentes con la obra, por ejemplo:

- Las obras de alcantarillado contemplan instalación de tuberías hasta 7m de profundidad, en tuberías que pueden ir desde las 8" de diámetro hasta 20", pero indica que los anchos de excavación de las mismas van desde los 60cm hasta los 100cm, espacio en el cual por razones de seguridad hay que instalar un entibado para protección de los taludes (los cuales indica que deben ser verticales),

quedando un ancho efectivo de zanja algunas veces inferior al diámetro mismo de la tubería a instalar, pero los sobre anchos que se generan no son contemplados para medida y pago, y deben ser asumidos por el contratista.

- Igualmente las especificaciones no contemplan el cambio de material de sitio cuando este se encuentre saturado, o en el caso que sea arcilla, pero en cambio si exige que el material de sitio con el cual se realice el relleno debe alcanzar el 95% del Próctor, o no habrá pago para esta actividad.
- El no cambio de material saturado o arcilloso para los rellenos de las excavaciones ocasiona malas compactaciones, por lo cual, cada vez que lleve se hace necesario volver a rellenar las zanjas, pues pierden volumen por procesos de consolidación, actividades que generan sobre costos de personal, equipos y retrasos en las obras.

Como se comento en el documento ARM inicio obras transcurridos ocho meses después de haber recibido el contrato, pero solo se percato de inconvenientes como los mencionados en los párrafos anteriores cuando fue a ejecutar la obra, es decir no se planifico en este transcurso de tiempo.

En síntesis los mayores factores que afectan a ARM para el normal desarrollo de sus obras son los siguientes:

- No planificar las actividades antes de comenzar a intervenir los sitios de obras, por lo que se desconoce el alcance en campo de las actividades a desarrollar.
- No estimar el personal y tiempo que consumen las actividades a desarrollar
- Mala selección de maquinarias, equipos y herramientas, según las condiciones particulares de cada uno de los frentes de obra.
- No contar con los materiales en campo ni en bodega antes de iniciar las actividades lo que genera tiempos muertos.
- Generación de actividades que no incluyen ganancias, pero gastan recursos de personal, equipos y materiales.
- Desconocimiento de las características de los terrenos a intervenir.
- Negligencia de la interventoria en la resolución de problemas técnicos.
- Falencias del contrato.

Las falencias anteriormente mencionadas se presentan básicamente porque las programaciones de obra, flujos de fondo, flujos de personal, planes de manejo de los recursos, se entregaron más por llenar un requisito contractual, que por hacer una planificación acertada de las actividades a desarrollar, esto es evidente cuando por ejemplo en la programación inicial del alcantarillado de Plato se proponía comenzar por los colectores de mayor diámetro y se inicio por los interceptores menores, o en muchas otras programaciones que no se iniciaron en los tiempos que se habían estipulado.

De otra parte también es evidente que las posteriores reprogramaciones que se presentaron en ningún momento tendieron a proponer una mejor planeación de las obras, y tan solo se limitaron a plantear el desarrollo de las actividades vencidas tal como se habían desarrollado en el campo, buscando una reducción de la brecha en la comparación de la curva ejecutado vs programado que se estaba dando en el flujo de fondo de las obras.

Al observar los diferentes informes de obra, llámense mensuales, semanales, etc., no se observa ningún control de ARM al personal obrero, los materiales consumidos, y mucho menos a las maquinarias, equipos y herramientas, no teniendo una forma eficiente de medir los rendimientos reales, y los costos de personal y de mas que se generan, por lo cual no puede identificar si está incurriendo en sobrecostos y replantear sus actividades, simplemente las actividades se inician a cualquier costo hasta que son concluidas.

Finalmente entendiendo que ARM ahora si conoce y es consciente de las condiciones reales de sus obras en cuanto a condiciones de terreno, falencia de diseño y especificaciones, equipos necesarios, etc., debe realizar una nueva reprogramación de cada uno de sus frentes, pero ahora esta vez con el fin de realizar un adecuado control.

Respecto al tema de las carencias contractuales, servidumbres y obras que causan desequilibrio al económico al contrato, se hace necesario que el contratante se pronuncie al respecto, ya que en primera instancia no serian causas imputables al contratista.

Por último se propone la implantación del Manual de Para la programación y Control de las Obras adjunto en el anexo 1, el cual tiene en cuenta lo especificado en el numeral 4.4.1. Del presente documento.

- Se constituyeron las etapas necesarias para la planificación de las trabajos, de tal manera que se puedan aplicar a cualquier tipo de obra que se requiera ejecutar, mediante etapas de revisiones previas de la información, análisis CPM/PERT para establecer las secuencias constructivas y evaluar la conveniencia de las mismas respecto a los tiempos de ejecución que se tienen para las obras, y finalmente se implantan los diagramas de Gantt y gráficos de análisis de ejecución como una herramienta de planeación de los insumos necesarios.
- Se establecieron controles sobre la ejecución, en primera instancia sobre los insumos de mano de obra, equipos, maquinarias y materiales. De otra parte se ilustra sobre la forma en que estos controles se deben evaluar respecto a los parámetros planteados en la etapa de Planeación.

- Se dictan parámetros para la información que se debe registrar en la bitácora de la obra, y la demás información que se debe recoger de forma diaria para evaluar el cumplimiento de la planeación.
- Se promovieron nuevas propuestas administrativas en la industria de la construcción, y se realiza énfasis en las teorías de la construcción sin pérdida, o de reducción de actividades que no generan valor, como una forma de reducir pérdidas de tiempo, insumos y dinero, y aumentar los rendimientos y la rentabilidad de las empresas constructoras.
- Todas las pautas que se dieron, servirán para la empresa Aguas regional de Macondo S.A. E.S.P planee sus obras, y logre un eficiente control sobre la ejecución de las mismas, logrando optimizar su recurso humano, físico y económico.

BIBLIOGRAFIA

- Universidad Del Zulia, Marzo de 2002, Administración y Gerencia, Universidad Católica De Santa Fe, Administración Táctica y Operativa. www.monografias.com
- Felipe Alarcón Palacio, 2005, Análisis y Formulación Estratégica “El Ingeniero”. www.monografias.com
- Ramírez, T. (1999). Como hacer un proyecto de investigación. Caracas. Carthel, c.a.
- Raúl Rojas Vera, Universidad Andrés Bello, Estudio E Implementación De Una Nueva Filosofía De Planificación De Proyectos “Lean Construcción”. www.monografias.com
- Heredia, Rafael de (1995). Dirección Integrada de Proyecto-DIP- Project Management. Segunda Edición. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. España.
- Botero, Luís Fernando. “Análisis de Procesos y Filosofía Lean Construcción”. Editorial Legis. Colombia 2004.
- Noriega Santos Jorge, trayectoria Citica, Editorial Bhandar Editores, Colombia 2008
- Noriega Santos Jorge, Obra Administración y Gerencia, Editorial Bhandar Editores, Colombia 2008